

# PRODUIRE DES PROTÉAGINEUX EN ASSOCIATION POUR UNE RÉCOLTE EN GRAINS,

EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE ET BIOLOGIQUE,  
EN BRETAGNE ET PAYS DE LA LOIRE



RÉSULTATS ISSUS DU PROJET

**PROGRAILIVE**  
2015-2019

# SOMMAIRE

PAGES 3 À 6

Introduction & contexte

PAGE 7

Résultats en agriculture biologique

PAGES 8 À 10

Féverole d'hiver

PAGES 11 À 13

Pois d'hiver

PAGES 14 À 16

Féverole de printemps

PAGES 17 À 19

Pois de printemps

PAGES 20 À 24

Lupin de printemps

PAGE 25

Résultats en agriculture conventionnelle

PAGES 26 À 28

Féverole d'hiver

PAGES 29 À 31

Pois d'hiver

PAGES 32 À 34

Lupin d'hiver

PAGES 35 À 36

Féverole de printemps

PAGES 37 À 38

Pois de printemps

PAGES 39 À 41

Lupin de printemps

PAGES 42 À 46

Résultats économiques

PAGE 48

Annexe : liste des notations réalisées

## POUR ALLER PLUS LOIN

Livrables du réseau d'essais :  
<http://bit.ly/39RoBQX>

Description du projet et autres résultats de recherche :  
<https://bit.ly/2FBKOEH>



AB Agriculture biologique  
AC Agriculture conventionnelle



**Durée du projet :** 4 ans  
**Démarrage :** janvier 2016



**Coût :** 2,9 M€



**Objectif du projet :** sécuriser et augmenter la production des protéagineux grains pour plus d'autonomie protéique dans les élevages de l'Ouest.

#### Chiffres clés du projet :

- 6 protéagineux testés dans 141 essais sur 4 ans (2015 SECURIPROT, 2016 à 2018 PROGRAILIVE)
- 11 fiches techniques pour conduire les protéagineux en association
- 1 document de synthèse des résultats
- 1 fiche technique sur l'implantation des associations

#### PROJET FINANCIÉ PAR



Avec le Fonds européen de développement rural.  
Fonds européen de développement rural.



CE PROJET EST COFINANCE PAR LE FONDS EUROPÉEN AGRICOLE POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

#### PROJET PILOTÉ PAR

solen.leherissey@vegepolys-valley.eu



#### RÉSEAU D'ESSAIS PILOTÉ PAR

aline.vandewalle@pl.chambagri.fr  
celine.bourlet@pl.chambagri.fr



#### ESSAIS CONDUITS PAR



# PRODUIRE DES PROTÉAGINEUX EN ASSOCIATION POUR UNE RÉCOLTE EN GRAINS,

en agriculture biologique et conventionnelle,  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE

## PRÉSENTATION DU PROJET PROGRAILIVE (PRODUCTION PROTEIN GRAIN FOR LIVESTOCK)

Pois, lupin et féverole sont trois cultures d'avenir qui pourraient contribuer davantage à l'autonomie protéique des élevages de l'Ouest. En effet, ces élevages reposent en grande partie sur l'importation de soja depuis l'Amérique. Or, cette ressource peut connaître une augmentation et une fluctuation de son prix, liées au marché mondial. Elle pose également d'autres questions comme le manque de traçabilité, l'absence d'OGM ou l'impact environnemental lié à sa production. Pois, lupin et féverole, cultures adaptées aux conditions pédo-climatiques de l'Ouest de la France, pourraient donc contribuer à l'apport d'une protéine locale dans les élevages de cette région. Elles doivent cependant faire face à certains freins techniques, dont la maîtrise des adventices et l'irrégularité des rendements (CERNAY et al, 2015). C'est dans ce contexte que le projet PROGRAILIVE a démarré en janvier 2016 pour une durée de 48 mois.

Pour lever certains de ces freins à leur production, le levier principal qui a été étudié dans ce projet est l'association des protéagineux avec une plante compagne, principalement une céréale, pour améliorer la gestion du salissement et sécuriser le rendement. Cette technique a déjà donné des résultats intéressants lors d'études sur le même type d'associations (BEDOUSSAC et al, 2015 ; CORRE-HELLOU et al, 2013 ; PELZER et al, 2014).

Ce document présente les résultats des essais menés avec cet objectif en Bretagne et Pays de la Loire sur le pois, la féverole et le lupin d'hiver et de printemps (dans le cadre du sous-projet 2). Il est accompagné de 11 fiches-cultures mettant en avant les préconisations pour chaque protéagineux.

Le projet PROGRAILIVE comportait également d'autres sous-projets (SP) sur :

- les pratiques des agriculteurs sur les associations (SP1, piloté par la Chambre d'agriculture de Bretagne)
- les maladies des protéagineux (SP3, piloté par l'INRAE)
- le cas particulier de la gestion des adventices en lupin d'hiver par l'association (SP4, piloté par l'ESA Angers, thèse de Nicolas CARTON)
- les ravageurs et auxiliaires des protéagineux en association (SP5, piloté par l'Agrocampus Ouest).

Cette synthèse ne reprend que les résultats du réseau d'essais (SP2). Les autres résultats du projet sont à consulter sur le site de chaque pilote. Elle inclut aussi des données produites dans le cadre d'une pré-étude inter-régionale SECURIPROT (2014-2015).

## LE RÉSEAU D'ESSAIS : UNE BONNE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET DE CONDUITE

Les 3 protéagineux, pois, féverole et lupin, sont testés en hiver et en printemps, à la fois en agriculture biologique et conventionnelle. Les essais ont été conduits sur 4 campagnes (récolte 2015, 2016, 2017 et 2018) et le réseau cumule aujourd’hui 84 essais en agriculture conventionnelle (AC) et 57 en agriculture biologique (AB). Ils sont répartis sur l’ensemble des deux régions : Bretagne et Pays de la Loire (cf. carte) et présentent une grande diversité de contextes pédo-climatiques.

CARTE DES ESSAIS PROGRAILIVE 2016-2018



NOMBRE D'ESSAIS PAR CONDUITE ET PAR CULTURE

		AGRICULTURE CONVENTIONNELLE	AGRICULTURE BIOLOGIQUE
LUPIN BLANC	HIVER	16	4
	PRINTEMPS	19	16
FÉVEROLE	HIVER	11	9
	PRINTEMPS	10	8
PROTÉAGINEUX	HIVER	15	9
	PRINTEMPS	13	11
TOTAL		84	57

Ce réseau est complété par plusieurs essais sur l’impact du mode d’implantation (un passage, deux passages, à la même date ou non...) de l’association. Ils ont été conduits par la FRcuma Ouest et Terres Inovia entre 2017 et 2019. Les résultats de ces essais sont présentés dans un document à part.

## CONTEXTE CLIMATIQUE : 4 ANNÉES CONTRASTÉES

	AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ
2014-2015		Températures douces et précipitations régulières sauf en sortie d’hiver : <b>conditions peu favorables aux maladies</b>		Températures douces et précipitations importantes en mai et juin puis températures élevées : <b>bonne implantation des protéagineux de printemps mais possible limite du remplissage des grains</b>
2015-2016		Températures douces et précipitations régulières : <b>conditions favorables au développement des maladies</b>		Gelées tardives : possible perte de fleurs Faible ensoleillement, températures fraîches : <b>rendements faibles</b>
2016-2017		Hiver et début de printemps secs : <b>conditions peu favorables aux maladies</b> Gelées tardives : possibles pertes de fleurs		Températures élevées et peu de précipitations : <b>défavorables aux protéagineux de printemps et au remplissage des grains</b>
2017-2018		Hiver sec : <b>conditions peu favorables aux maladies</b>		Fréquents orages et passages pluvieux puis températures élevées : <b>conditions difficiles pour le semis des protéagineux de printemps et pouvant limiter le remplissage des grains</b>

## PLUSIEURS HYPOTHÈSES TESTÉES

### POUR TOUS LES PROTÉAGINEUX TESTÉS



### POUR LE POIS



## UN TRONC COMMUN DE MODALITÉS AVEC DES VARIÉTÉS ET DENSITÉS DE RÉFÉRENCE

L'association testée est additive : le protéagineux est semé à 100 % de sa dose de semis en pur et une céréale est ajoutée, à 30 % de sa dose en pure pour la modalité de référence. Ces modalités sont celles dont les résultats sont présentés ici. L'avoine, le seigle, le triticale, le blé et l'orge sont les principales plantes compagnes testées, en fonction de leur compatibilité de semis et de maturité avec le protéagineux.

D'autres densités pour la céréale (10 à 50 %), et parfois le protéagineux (70 %), d'autres variétés de céréales et d'autres plantes compagnes (pois fourrager ou protéagineux, épeautre...) ont également été testées. Ces modalités ont donné peu de résultats analysables et ne sont pas présentées dans cette synthèse.

		VARIÉTÉ de référence	AGRICULTURE CONVENTIONNELLE	AGRICULTURE BIOLOGIQUE
			DENSITÉS de référence (en grains/m², 100 % de la dose de semis)	
<b>LUPIN BLANC</b>	Hiver	MAGNUS ou CLOVIS	25	35
	Printemps	FEODORA	50	60
<b>FÉVEROLE</b>	Hiver	IRENA	30	40
	Printemps	TIFFANY		
<b>POIS PROTÉAGINEUX</b>	Hiver	ENDURO	80	90
	Printemps	KAYANNE		
<b>CÉRÉALES</b>	Hiver		250	330 sauf blé 380
	Printemps		300	375

Nous souhaitions que la variété de référence puisse être commune aux essais en bio et en conventionnel, qu'elle puisse convenir aux deux régions (Bretagne et Pays de la Loire) et enfin qu'elle soit disponible sur la durée du projet. Les céréales ont été choisies avec un bon profil de maladies, un bon potentiel de rendement, une faible sensibilité à la verse et un pouvoir couvrant intéressant. Les variétés choisies sont rappelées en début de chapitre pour chaque protéagineux. En plus du tronc commun, chaque expérimentateur a été libre d'ajouter des modalités à ses essais. Elles ont portées sur :

- le choix de la variété du protéagineux
- le choix de la variété de la céréale associée
- la densité et l'écartement de semis pour le protéagineux pur
- d'autres plantes compagnes (présentées dans les pages correspondantes).

Les résultats bruts de ces modalités, comme les résultats des différentes densités, ont été capitalisés mais ne sont pas analysés ici du fait d'un nombre de répétitions plus faible.

## DES ESSAIS EN BLOCS ET EN BANDES

Les essais sont conduits majoritairement en blocs d'environ 1,5 m sur 12 m, avec répétitions et répartition aléatoire des modalités. Ils sont semés et récoltés avec du matériel expérimental. Quelques essais en bandes (environ 6 m sur 50 à 100 m) permettent de tester certaines modalités de façon plus proche des conditions réelles du terrain (conduite avec le matériel agriculteur, mais ne permettent pas d'analyse statistique). L'itinéraire technique suivi est celui du reste de la parcelle, donc celui de l'agriculteur hébergeant l'essai. Il n'est pas identique d'un essai à l'autre notamment concernant le désherbage, ce qui peut avoir un impact sur les résultats. Dans la majorité des cas cependant, les essais en agriculture conventionnelle ont reçu un passage herbicide en prélevée (contre les dicotylédones et les graminées annuelles). Les associations sont semées en mélange au semoir à céréales en un seul passage. Un protocole commun de notations était suivi par les expérimentateurs (voir en annexe p. 48).



## ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été faite avec ExpéR (outil développé par Arvalis-Institut du végétal), d'abord essai par essai puis à l'échelle du réseau. Les tests statistiques utilisés sont l'ANOVA et le test de Tukey au seuil de 5 %. Les moyennes présentées dans le document sont les moyennes ajustées à la suite de l'analyse statistique. Les essais bandes ont été entrés dans les données analysées mais pas dans l'analyse statistique (pas de répétitions). Pour la lecture des résultats, les chiffres sont significativement différents si les lettres sont différentes. Pour chaque analyse, l'écart-type résiduel (ETR) et le coefficient de variation (CV) sont donnés, plus ils sont faibles, moins la variation des résultats est importante.

## ANALYSE ÉCONOMIQUE

Une analyse économique a été faite avec les données du réseau d'essais. La méthode suivie ainsi que les résultats sont présentés p. 42 à 46.

## MALADIES ET RAVAGEURS

Sur le réseau, des notations ont été faites pour le suivi des maladies sur tous les essais et sur les essais en bandes pour les ravageurs. Les observations n'ont pas permis de mettre en évidence d'effet de ce type d'association à forte dominante protéagineux sur les bioagresseurs. D'une part, le dispositif en blocs est peu adapté à l'observation des effets sur les maladies qui se développent en foyers et, d'autre part, la forte densité de protéagineux se rapproche d'une culture pure : l'effet barrière peut être limité et le microclimat favorable au développement des maladies avec une biomasse de cultures importante. Les sous-projets 3 et 5 de PROGRAILIVE ont étudié de plus près ces questions, les résultats qui en sont issus sont encore au stade de la recherche et nécessiteront du temps avant d'être transformés en préconisations pour le monde agricole.

# RÉSULTATS DU RÉSEAU D'ESSAIS EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE, EN BRETAGNE ET PAYS DE LA LOIRE

ESSAIS CONDUITS PAR





# RÉSULTATS POUR LA FÉVEROLE D'HIVER

associée en agriculture biologique  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN FÉVEROLE D'HIVER BIOLOGIQUE

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### FÉVEROLE IRENA

100 % (40 grains/m<sup>2</sup>)

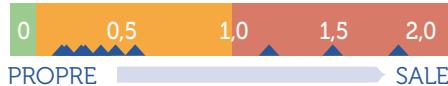
• SEIGLE D. AMBER 30 % (100 grains/m <sup>2</sup> )	8 ESSAIS
• TRITICALE VUKA 30 % (100 grains/m <sup>2</sup> )	9 ESSAIS
• BLÉ RUBISKO 30 % (115 grains/m <sup>2</sup> )	10 ESSAIS
• AVOINE SW DALGUISE 30 % (100 grains/m <sup>2</sup> )	3 ESSAIS

Densités de semis en % de la dose en pure

Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

### SALISSEMENT EN FÉVEROLE PURE

▲ = un essai  
(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN FÉVEROLE PURE

(En q/ha)

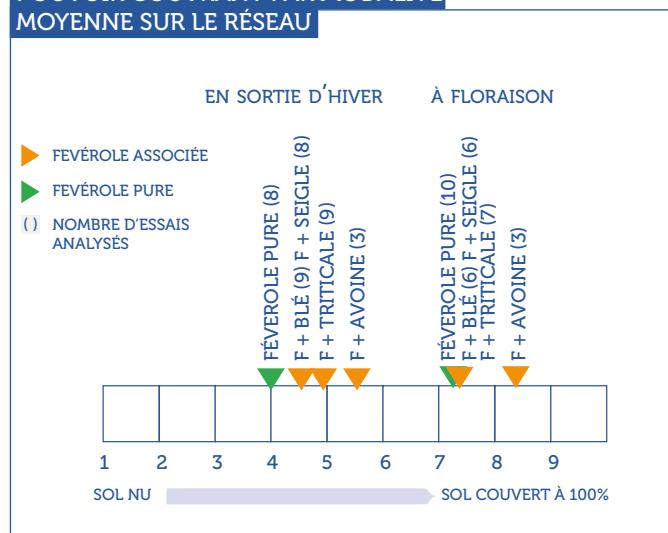


## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF SUR LE SALISSEMENT DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COVRANT SUPÉRIEUR EN SORTIE D'HIVER

Le pouvoir couvrant est primordial en sortie d'hiver dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

### POUVOIR COVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU



### FÉVEROLE PURE



### FÉVEROLE + SEIGLE



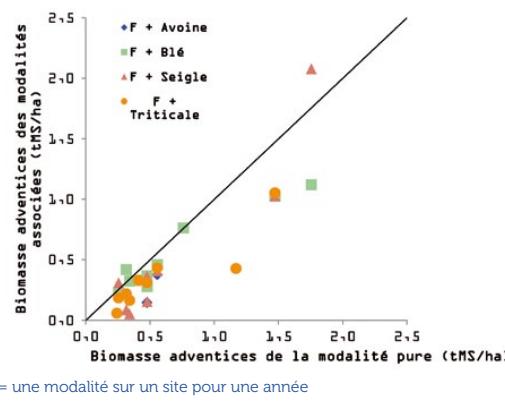
(2/03/18 – Seiches sur le Loir, 49)

L'association de la féverole avec une céréale permet dans la plupart des cas d'augmenter le pouvoir couvrant en sortie d'hiver. La céréale se développe plus rapidement que le protéagineux et entre en compétition avec les adventices pour l'occupation du sol. à floraison, la féverole est généralement bien développée et ces différences entre culture pure et associée ne sont plus visibles.



## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DE LA FÉVEROLE ASSOCIÉE PAR RAPPORT À LA FÉVEROLE PURE



### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON 12 ESSAIS

		BIOMASSE ADVENTICES (T MS/HA)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
SALISSEMENT < 1 T MS/HA EN FÉVEROLE PURE (9 ESSAIS)	FÉVEROLE PURE	0,42	a.	ETR = 0,08 CV = 23 %
	FÉVEROLE + BLÉ	0,37	ab	
	FÉVEROLE + TRITICALE	0,29	.b	
	FÉVEROLE + SEIGLE	0,28	.b	
SALISSEMENT > 1 T MS/HA EN FÉVEROLE PURE (3 ESSAIS)	FÉVEROLE PURE	1,47	NON SIGNIFICATIF	ETR = 0,33 CV = 28 %
	FÉVEROLE + BLÉ	1,44		
	FÉVEROLE + TRITICALE	0,96		
	FÉVEROLE + SEIGLE	0,87		

Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique.

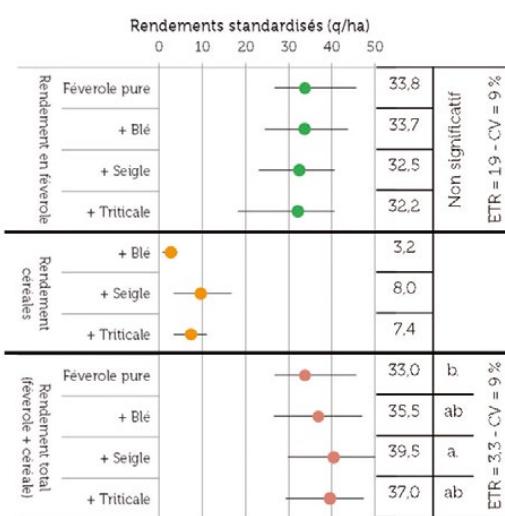
Modalité avec de l'avoine non prise en compte dans l'analyse statistique (trop peu de données).

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

### UN IMPACT SUR LA FÉVEROLE FAIBLE ET UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

En moyenne, le rendement en féverole varie peu, lorsqu'elle est associée, par rapport à une féverole pure. Les différences observées à l'échelle du réseau ne sont pas significatives, même si la variabilité reste importante. Concernant le rendement total, la production complémentaire de la céréale permet d'avoir des rendements totaux supérieurs en association par rapport à la culture pure.

### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (9 ESSAIS)



Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique, test de Tukey au seuil de 5 %  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais

En moyenne, sur les essais où le salissement est diminué grâce à l'association, l'ajout d'une céréale permet de diminuer la biomasse adventice de 21 % avec le blé, 51 % avec le seigle et 40 % avec le triticale. L'association a un impact positif dans tous les essais associés avec de l'avoine ou du triticale, dans 8 essais sur 10 avec du blé, et 6 essais sur 8 avec du seigle.

Dans les cas de fort salissement, la biomasse adventices est également diminuée grâce à l'ajout d'une céréale mais la présence des adventices reste importante (environ 1 tMS/ha, voire plus). Le salissement en fin de cycle est aussi important et risque d'être accentué à la récolte s'il est déjà mal maîtrisé à floraison.

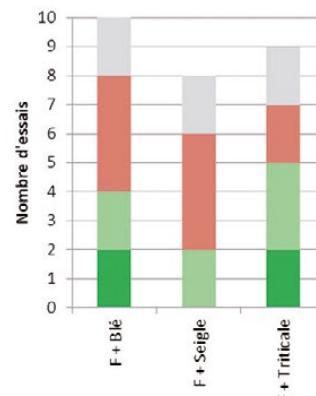
### BIOMASSE ADVENTICES (T MS/HA)

### ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)

SALISSEMENT < 1 T MS/HA EN FÉVEROLE PURE (9 ESSAIS)	FÉVEROLE PURE	0,42	a.
	FÉVEROLE + BLÉ	0,37	ab
	FÉVEROLE + TRITICALE	0,29	.b
	FÉVEROLE + SEIGLE	0,28	.b
SALISSEMENT > 1 T MS/HA EN FÉVEROLE PURE (3 ESSAIS)	FÉVEROLE PURE	1,47	NON SIGNIFICATIF
	FÉVEROLE + BLÉ	1,44	
	FÉVEROLE + TRITICALE	0,96	
	FÉVEROLE + SEIGLE	0,87	

### VARIABILITÉ DES RÉSULTATS

- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha



Causes de non récolte : verse et salissement

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DE LA FÉVEROLE



La teneur en MAT mesurée dans les essais varie entre 22,9 et 26,9 % (9 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des féveroles pures et associées. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement de la féverole. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité (13,7 % en moyenne pour le blé associé sur 5 essais analysés).

## DES ASSOCIATIONS TESTÉES MAIS NON CONCLUANTES

D'autres modalités ont été testées par certains partenaires mais ont donné des résultats peu intéressants et ne sont pas préconisées. Parmi elles, l'association :

- au pois fourrager ou protéagineux ou vesce de narbonne. Il semblerait que l'association de deux protéagineux ne soit pas vraiment intéressante pour la production de protéines. Le rendement de la féverole diminue et le rendement en pois lié à son taux en protéine plus faible ne permet pas de compenser cette baisse ;
- à l'épeautre. Il ne semble pas adapté pour être associé à la féverole (faible développement) ;
- au trèfle. Il peine à se développer sous le couvert de la féverole et n'apporte donc pas d'intérêt à la maîtrise des adventices.

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LA FÉVEROLE D'HIVER ASSOCIÉE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'association à une céréale permet une meilleure maîtrise des adventices. Elle n'a pas d'impact significatif sur le rendement de la féverole et permet une augmentation du rendement total grâce à la production de céréales. Celle-ci pourra aussi sécuriser le rendement en cas d'accident sur le protéagineux.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer la féverole d'hiver en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture.

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LE POIS D'HIVER

associé en agriculture biologique  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN POIS D'HIVER BIOLOGIQUE

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### POIS ENDURO

100 % (90 grains/m<sup>2</sup>)

● AVOINE DALGUISE 30 % (100 grains/m <sup>2</sup> )	11 ESSAIS
● BLÉ RUBISKO 30 % (100 grains/m <sup>2</sup> )	11 ESSAIS
● ORGE ETINCEL 30 % (115 grains/m <sup>2</sup> )	10 ESSAIS

1 essai abandonné : salissement trop important

Densités de semis en % de la dose en pure

Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

### SALISSEMENT EN POIS PUR

▲ = un essai  
(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN POIS PUR

(En q/ha)



## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR EN SORTIE D'HIVER

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière

### POUVOIR COUVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU

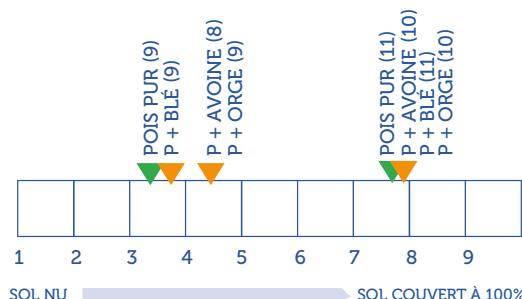
► POIS ASSOCIÉ

► POIS PUR

() NOMBRE D'ESSAIS  
ANALYSÉS

EN SORTIE D'HIVER

À FLORAISSON



### POIS PUR



### POIS + AVOINE

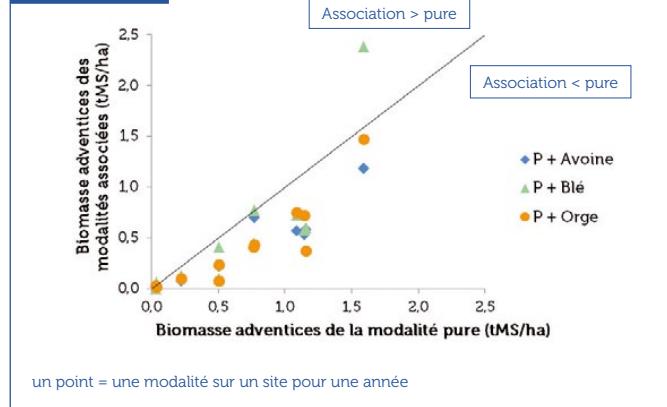


15/03/17 – Couffé (44)

L'association du pois avec une céréale permet d'augmenter le pouvoir couvrant en sortie d'hiver. La céréale se développe plus rapidement que le pois et cet effet est visible dès la levée (pas de notations à ce stade, observations des expérimentateurs). À floraison, le pois est généralement bien développé et les différences entre modalités ne sont plus visibles.

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DU POIS ASSOCIÉ PAR RAPPORT AU POIS PUR



L'ajout d'une céréale au pois permet une meilleure gestion du salissement à floraison, dans les cas de salissement faible à moyen (baisse de la biomasse adventices à floraison). L'avoine et l'orge semblent toutes les deux intéressantes sur ce point, l'effet du blé est moins marqué.



Dans les cas de salissement important, l'association peut permettre une diminution de la biomasse adventices mais qui peut ne pas être suffisante pour l'agriculteur ou pour gérer le salissement en fin de cycle.

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON (7 ESSAIS)

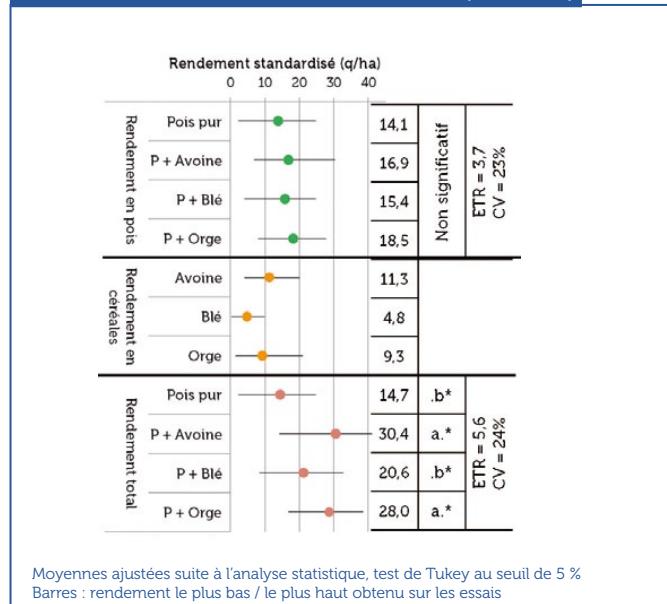
	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)
POIS PUR	0,66	a.
POIS + BLÉ	0,56	ETR = 0,20 CV = 39 %
POIS + ORGE	0,44	
POIS + AVOINE	0,41	
		.b

Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique.

## SÉCURISER LE RENDEMENT

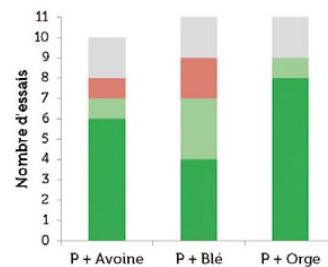
### UN IMPACT SUR LE POIS FAIBLE ET UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

#### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (9 ESSAIS)



#### VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN POIS

- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha par rapport au pois pur
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha par rapport au pois pur

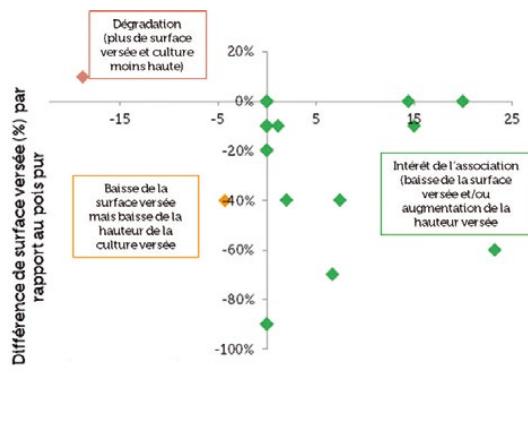


Causes de non récolte : salissement trop important, développement de maladies

L'association à une céréale semble permettre d'augmenter le rendement du pois, mais cet effet n'est pas significatif. En moyenne, elle permet quand même une hausse de 4,5 q/ha avec l'orge. Cette augmentation, accompagnée d'une production complémentaire de céréales, permet un rendement total supérieur et de façon significative pour l'avoine et l'orge. Elle peut être en partie expliquée par la diminution de la verse ou en tout cas, son retardement dans les pois associés. L'association n'a pas permis d'améliorer la verse seulement pour 2 modalités sur les 14 où le pois a versé (9 essais). L'analyse ne diffère pas si elle est faite de façon séparé Bretagne et Pays de la Loire.



## IMPACT DE L'ASSOCIATION DU POIS SUR LA VERSE À LA RÉCOLTE



La céréale permet également de sécuriser le rendement lors d'un accident sur le protéagineux. Cela a été le cas en 2016 où les conditions météo ont été très favorables au développement des maladies, détruisant complètement le pois sur certains essais. Par exemple, à la Chapelle-Glain, le pois a disparu des parcelles fin juin 2016 mais il a cependant été récolté 34 q/ha d'avoine et 16 q/ha d'orge, ce qui a permis d'éviter la récolte 0.



Il est à noter que les rendements en pois d'hiver en agriculture biologique sont restés très variables et assez faibles dans notre réseau d'essais sur les 4 campagnes considérées.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU POIS



La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 17,3 et 26,4 % (8 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des pois purs et associés. Le rendement protéique à l'hectare est donc fortement lié au rendement du pois. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité (13,8 % en moyenne pour le blé associé sur 6 essais).

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE POIS D'HIVER ASSOCIÉ EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'association du pois d'hiver biologique à une céréale permet une meilleure maîtrise des adventices. Elle n'a pas d'effet négatif sur le rendement du pois et permet même une légère augmentation dans les cas de verse et une sécurisation du rendement total.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le pois d'hiver en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LA FÉVEROLE DE PRINTEMPS

associée en agriculture biologique  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN FÉVEROLE DE PRINTEMPS BIOLOGIQUE

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### FÉVEROLE TIFFANY

100 % (40 grains/m<sup>2</sup>)

• AVOINE ALBATROS 20 % (75 grains/m <sup>2</sup> )	
• ORGE PEWTER 20 % (75 grains/m <sup>2</sup> )	
• BLÉ LENNOX 40 % (150 grains/m <sup>2</sup> )	

Densités de semis en % de la dose en pure

Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions

L'association au blé n'a été testée que dans 3 essais, uniquement en Pays de la Loire et à une dose de 40 % de la dose de semis en pur. Les résultats pour cette modalité sont donnés à titre indicatif et n'entre pas dans les analyses statistiques.



Les essais 2018 ont été inclus dans l'analyse mais les dates de semis ont été très tardives par rapport aux recommandations, en raison de conditions météorologiques défavorables.  
Sur ces essais, les pertes à la levée ont été plus importantes.

## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COVRANT SUPÉRIEUR

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

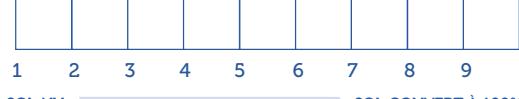
#### POUVOIR COVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU À FLORAISON

► FÉVEROLE ASSOCIÉE

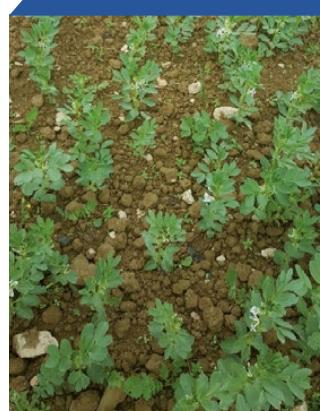
► FÉVEROLE PURE

( ) NOMBRE D'ESSAIS  
ANALYSÉS

FÉVEROLE PURE (10)  
F + BLÉ (3)  
F + AVOINE (10)  
F + ORGE (9)



#### FÉVEROLE PURE



#### FÉVEROLE + AVOINE



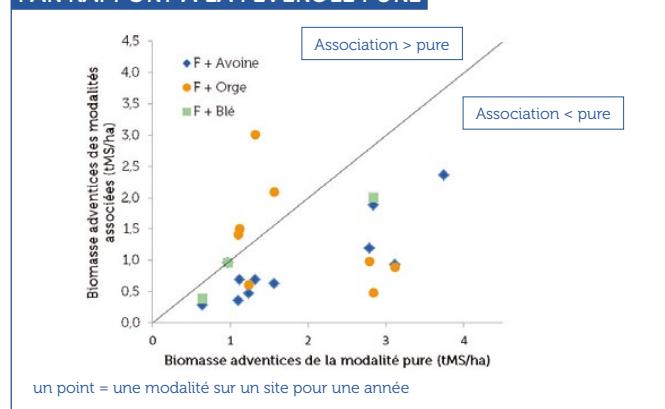
30/05/16 – St-Quentin (53)



L'association de la féverole avec une céréale permet dans la plupart des cas d'augmenter le pouvoir couvrant à floraison. Cet effet positif est visible dès la levée car la céréale se développe plus rapidement que le protéagineux (pas de notations à ce stade, observations des expérimentateurs).

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISSON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISSON DE LA FÉVEROLE ASSOCIÉE PAR RAPPORT À LA FÉVEROLE PURE



L'association à l'avoine ou à l'orge permet une diminution du salissement à floraison sur tous les essais du réseau (sauf avec l'avoine sur un essai en 2018 mais qui a été semé de façon très tardive).



Cas de fort salissement : sur les 3 essais avec une biomasse adventices supérieure à 2 t MS/ha en féverole pure, l'association permet bien une baisse de cette biomasse mais celle-ci demeure malgré tout élevée (1 t MS/ha).

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISSON (9 ESSAIS)

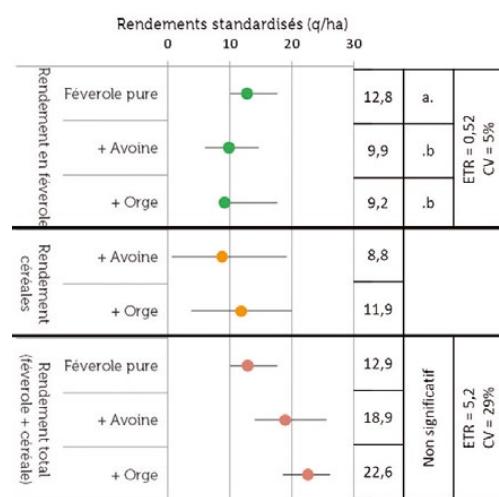
	BIMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)
FÉVEROLE PURE	1,71	a.
FÉVEROLE + ORGE	0,99	.b
FÉVEROLE + AVOINE	0,82	.b

F + Blé (3 essais) : 1,12 t MS/ha (résultat donné à titre indicatif, trop peu de données)

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

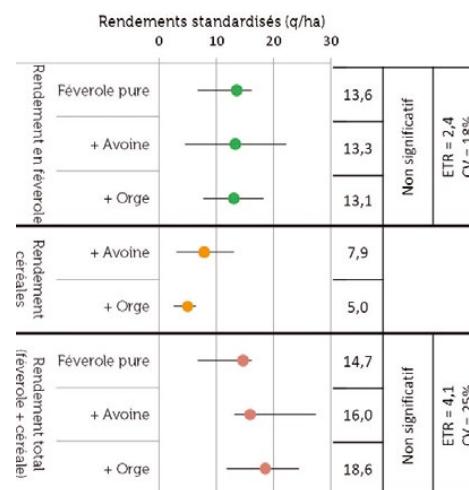
### UN IMPACT SUR LA FÉVEROLE QUI DÉPEND DE LA RÉGION MAIS UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

#### RENDEMENTS EN PAYS DE LA LOIRE (3 ESSAIS)



Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique, test de Tukey au seuil de 5 %  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais

#### RENDEMENTS SUR LE RÉSEAU EN BRETAGNE (5 ESSAIS)



Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique, test de Tukey au seuil de 5 %  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais



En Pays de la Loire, où le stress hydrique au printemps et en début d'été est plus marqué, l'association induit une baisse significative du rendement en féverole par rapport à la féverole pure. Au contraire en Bretagne, où l'eau est moins souvent un facteur limitant, l'association n'a pas d'impact sur le rendement de la féverole.

En revanche, la production de céréales est plus élevée sur les essais des Pays de la Loire (moins de concurrence de la féverole) et conduit à un rendement total supérieur en association par rapport à la culture pure et supérieur aux rendements totaux obtenus sur les essais de Bretagne, où les productions de céréales sont inférieurs à 10 q/ha.

Trois essais n'ont pas été récoltés ou écartés de l'analyse à la suite des rendements trop faibles (< 2 q/ha) :

- un en 2018 en Bretagne (problème de gestion de repousses de vesce)
- un en 2015 en Pays de la Loire (stress hydrique important à floraison)
- et un en Bretagne en 2016 (conditions défavorables).

Sur ces 2 derniers essais, les productions de céréales dans les modalités associées ont été respectivement de 17 et 15 q/ha pour l'avoine et 6 et 19 q/ha pour l'orge. L'association de la féverole de printemps a ici permis d'éviter une récolte nulle.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DE LA FÉVEROLE



La teneur en MAT (Matière azotée totale) de la féverole mesurée dans les essais varie entre 21,8 et 36,3 % (6 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des féveroles pures et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement de la féverole. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité.

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LA FÉVEROLE DE PRINTEMPS ASSOCIÉE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'association de la féverole de printemps biologique à une céréale permet une meilleure maîtrise des adventices, que ce soit avec l'avoine ou l'orge. Elle peut avoir un impact sur le rendement de la féverole dans les zones où l'eau est un facteur limitant au printemps mais permet une augmentation du rendement total.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer la féverole de printemps en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)

**Remarque :** l'association de la féverole de printemps à la luzerne (semis simultané) a été testée. L'objectif était double : limiter le salissement et tester l'implantation de la luzerne sous couvert de féverole. La luzerne a peiné à se développer durant le cycle de la féverole, n'ayant donc pas d'impact sur la couverture du sol. Mais il semblerait que la féverole puisse être un couvert possible pour l'implantation d'une luzerne, qui repart après la récolte du protéagineux si les conditions sont favorables (disponibilité en eau notamment).



# RÉSULTATS POUR LE POIS DE PRINTEMPS

associé en agriculture biologique  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN POIS DE PRINTEMPS BILOGIQUE

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### POIS DE KAYANNE

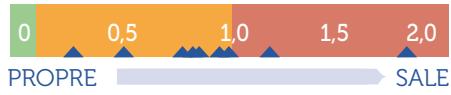
100 % (90 grains/m<sup>2</sup>)

- AVOINE ALBATROS 20 % (75 grains/m<sup>2</sup>) 8 ESSAIS
- ORGE PEWTER 20 % (75 grains/m<sup>2</sup>) 9 ESSAIS

Densités de semis en % de la dose en pure  
Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

### SALISSEMENT EN POIS PUR

(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN POIS PUR

(En q/ha)



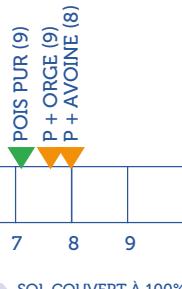
## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

#### POUVOIR COUVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU À FLORAISSON

- POIS ASSOCIÉ
- POIS PUR
- () NOMBRE D'ESSAIS ANALYSÉS



### POIS PUR



### POIS + AVOINE

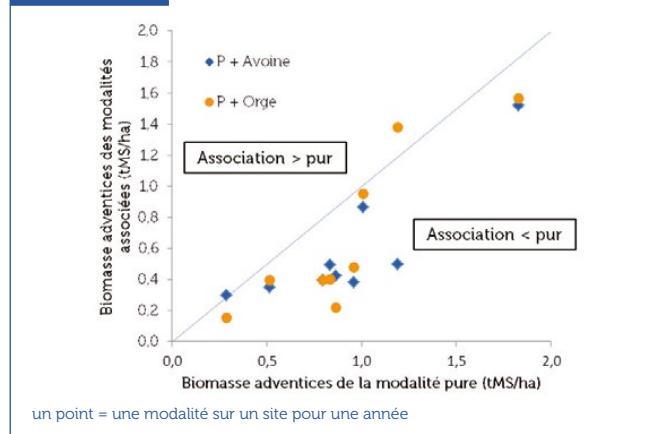


30/05/16 – St Quentin (53)

L'association du pois avec une céréale permet dans la plupart des cas d'augmenter légèrement le pouvoir couvrant à floraison. A ce stade, le pois est généralement bien développé. L'effet positif de l'association est plus visible à la levée car la céréale se développe plus rapidement que le protéagineux (pas de notations à ce stade, observations des expérimentateurs).

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DU POIS ASSOCIÉ PAR RAPPORT AU POIS PUR



### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

SALISSEMENT < 1 tMS/ha EN POIS PUR (4 ESSAIS)	POIS PUR	0,66	a.	ETR = 0,13 CV = 28 %
	POIS + AVOINE	0,39	.b	
	POIS + ORGE	0,31	.b	

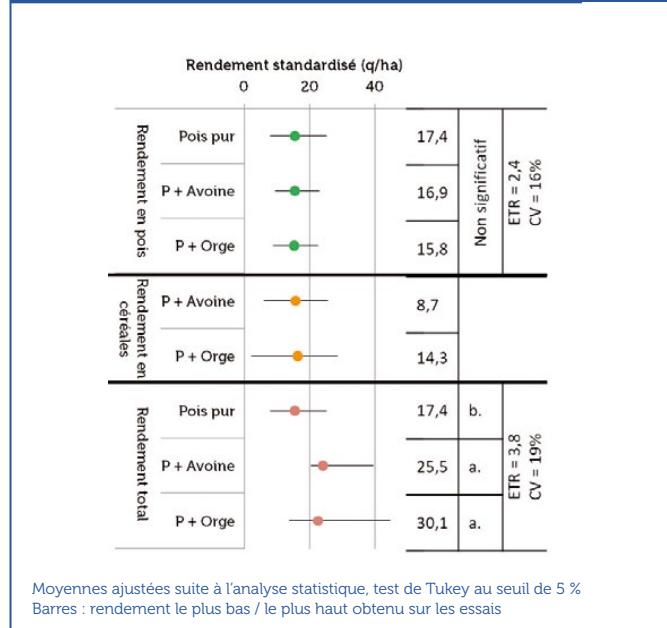
SALISSEMENT > OU = 1 tMS/ha EN POIS PUR (5 ESSAIS)	POIS PUR	1,25	NON SIGNIFICATIF	ETR = 0,23 CV = 21 %
	POIS + ORGE	1,09		
	POIS + AVOINE	0,82		

Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique.

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

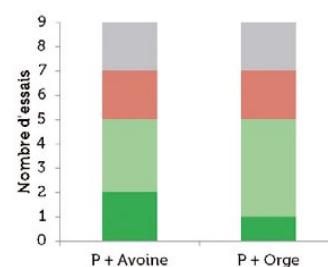
### UN IMPACT SUR LA FÉVEROLE FAIBLE ET UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

#### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (9 ESSAIS)



#### VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN POIS

- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha par rapport au pois pur
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha par rapport au pois pur



Causes de non récolte : verse et salissement

Si l'analyse est faite séparément entre les sites en Bretagne et les sites en Pays de la Loire, les premiers montrent une légère augmentation non significative du rendement en pois lorsqu'il est associé. Au contraire pour les deuxièmes, le rendement en pois diminue légèrement (mais toujours de façon non significative).



Quatre essais seulement présentent de la verse à la récolte. Sur 3 de ces essais, la verse est limitée par l'association du pois à l'avoine ou l'orge. Sur le 4<sup>e</sup>, l'association à l'avoine permet une situation équivalente à la culture pure, alors que l'association à l'orge augmente la verse.

Concernant le rendement total, la production complémentaire de la céréale permet d'avoir des rendements totaux supérieurs en association par rapport à la culture pure.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU POIS



La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 16,5 et 23,6 % (6 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des pois purs et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement du pois. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité (13,8 % en moyenne pour le blé associé sur 6 essais).

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE POIS DE PRINTEMPS ASSOCIÉ EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'association du pois de printemps biologique à une céréale permet une meilleure maîtrise des adventices. Elle a peu d'impacts sur le rendement du pois et permet une augmentation et une sécurisation du rendement total.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le pois de printemps en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LE LUPIN DE PRINTEMPS

associé en agriculture biologique  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

Le lupin « blanc » à feuilles larges est l'espèce la plus couramment cultivée en Pays de la Loire. En revanche, en Bretagne, le lupin « bleu » à feuilles étroites peut présenter un intérêt grâce à un pouvoir couvrant plus fort au démarrage et un cycle plus court. L'analyse pour le lupin bleu est donc séparée entre les deux régions. Il a aussi été testé en association avec une céréale sur les deux dernières campagnes. Les résultats concernant cette modalité comportent donc moins de données. Le lupin « jaune » à feuilles étroites a également été testé, uniquement en culture pure, pour sa teneur en protéine intéressante.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN LUPIN DE PRINTEMPS BIOLOGIQUE

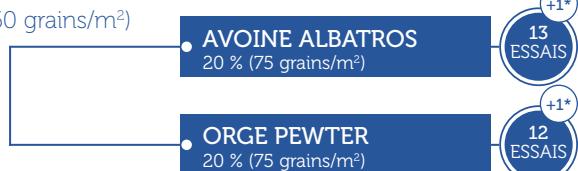
### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### LUPIN « BLANC » FEODORA

100 % (60 grains/m<sup>2</sup>)

- AVOINE ALBATROS 20 % (75 grains/m<sup>2</sup>)
- ORGE PEWTER 20 % (75 grains/m<sup>2</sup>)



#### LUPIN « BLEU » BOREGINE OU PROBOR

100 % (90 grains/m<sup>2</sup>)

- AVOINE ALBATROS 20 % (75 grains/m<sup>2</sup>)



Densités de semis en % de la dose en pure  
\*Essai en bandes, les autres essais sont en blocs avec répétitions.

### SALISSEMENT EN LUPIN PUR

$\blacktriangle$  = un essai  
(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN LUPIN PUR (En q/ha)

LUPIN « BLANC »  
EN PAYS DE LA LOIRE



LUPIN « BLANC »  
EN BRETAGNE



LUPIN « BLEU »  
EN BRETAGNE



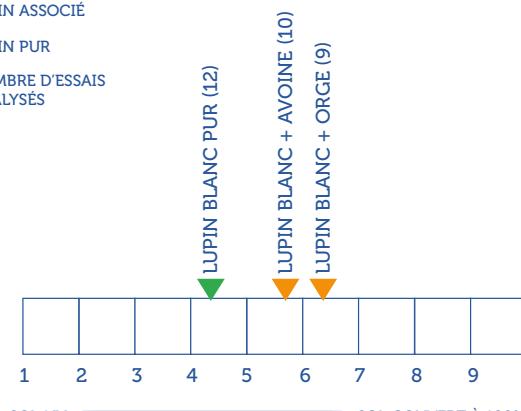
## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

### POUVOIR COUVRANT À FLORAISSON PAR MODALITÉ – MOYENNE SUR LE RÉSEAU

- LUPIN ASSOCIÉ
- LUPIN PUR
- ( ) NOMBRE D'ESSAIS ANALYSÉS



### LUPIN PUR



### LUPIN + ORGE

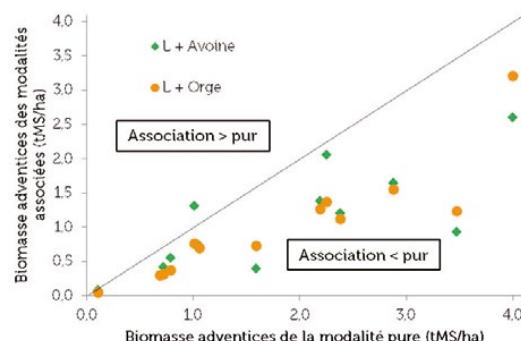


30/05/16 – St Quentin (53)

L'association du lupin blanc avec une céréale permet dans la plupart des cas d'augmenter le pouvoir couvrant à floraison. Cet effet positif de l'association est observé dès la levée car la céréale se développe plus rapidement que le protéagineux (pas de notations à ce stade, observations des expérimentateurs). Cet effet s'observe également avec le lupin bleu associé (données non représentées ici).

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DU LUPIN BLANC ASSOCIÉ PAR RAPPORT AU LUPIN BLANC PUR



un point = une modalité sur un site pour une année  
Essais blocs et bandes



### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON POUR LE LUPIN BLANC (9 ESSAIS)

	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
LUPIN BLANC PUR	1,82	a.	
LUPIN BLANC + AVOINE	1,11	.b	ETR = 0,13 CV = 28 %
LUPIN BLANC + ORGE	1,02	.b	

Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique.

À part une modalité avec de l'avoine sur un essai, toutes les modalités associées présentent une biomasse adventices plus faible que la modalité pure. L'ajout d'une céréale au lupin blanc permet donc une meilleure gestion du salissement à floraison. Dans les cas de fort salissement cependant, la présence de la céréale seule ne suffira pas à gérer le salissement de façon acceptable.

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON POUR LE LUPIN BLEU

	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	
	PAYS DE LA LOIRE (2 ESSAIS)	BRETAGNE (3 ESSAIS)
LUPIN BLEU PUR	1,98	0,6
LUPIN BLEU + AVOINE	1,39	0,51
LUPIN BLEU + ORGE	1,52	-

Du fait d'un nombre de données faibles, aucune analyse statistique n'a été faite.

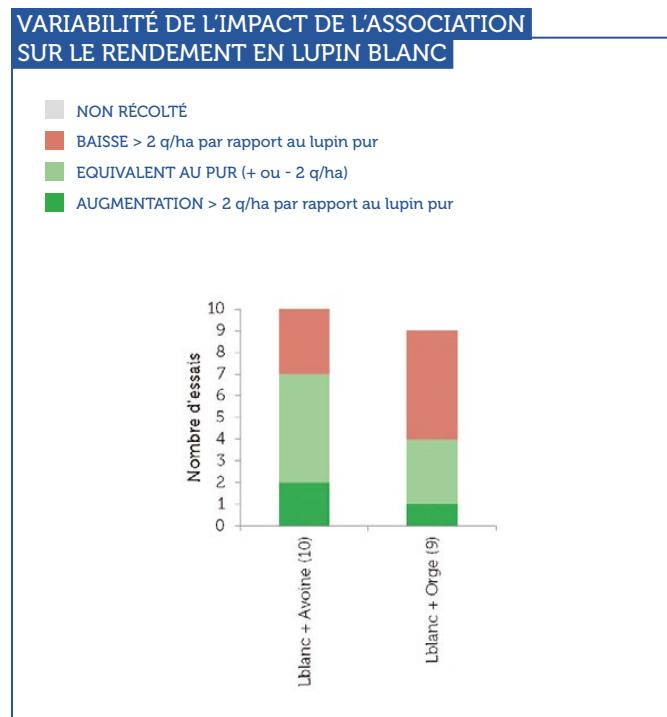
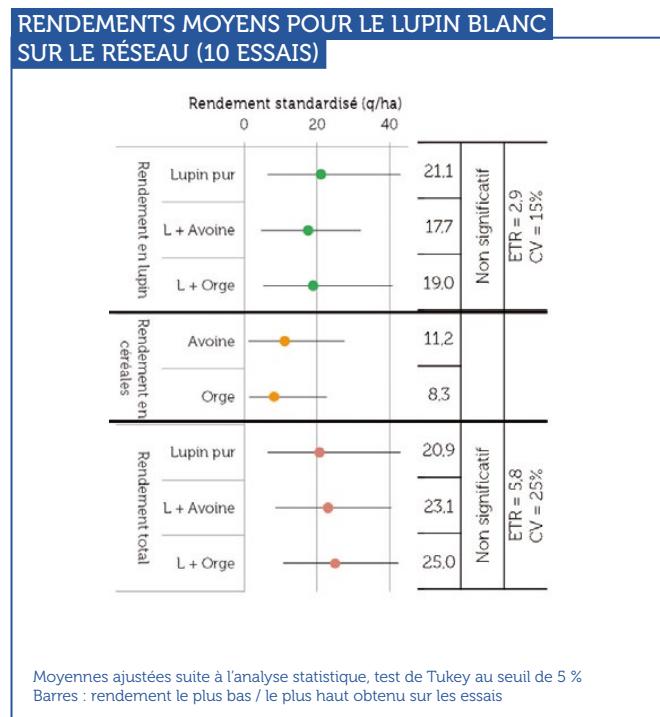
Comme pour le lupin blanc, il semblerait que l'association d'une céréale au lupin bleu permette une diminution de la biomasse adventices à floraison. Cependant, sur les essais en Pays de la Loire, le salissement reste important du fait d'une faible couverture du sol (pertes à la levée et faible biomasse) et d'une pression adventices importante.



Cas de salissement fort : dans 4 essais, la biomasse adventice du lupin pur est supérieur à 2tMS/ha. L'association permet bien de diminuer le salissement mais la biomasse adventices est toujours supérieur à 1 t MS/ha dans l'association, ce qui reste élevé.

# SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

## UN IMPACT SUR LE LUPIN FAIBLE MAIS UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR



L'ajout d'une céréale induit, en moyenne, une légère baisse sur le rendement du lupin blanc mais qui n'est pas significative. La tendance est la même en Pays de la Loire et en Bretagne, malgré des rendements moyens en lupin blanc pur différents (respectivement 14,3 et 28,0 q/ha). La production supplémentaire de céréales permet d'obtenir un rendement total supérieur dans l'association par rapport au lupin blanc pur.

RENDEMENTS MOYENS POUR L'ASSOCIATION AU LUPIN BLEU	RENDEMENT (Q/Ha)					
	PAYS DE LA LOIRE (2 ESSAIS)			BRETAGNE (5 ESSAIS DONT 1 NON RÉCOLTÉ)		
	LUPIN	CÉRÉALES	TOTAL	LUPIN	CÉRÉALES	TOTAL
LUPIN BLEU PUR	6,6	-	6,6	25,6	-	25,6
LUPIN BLEU + AVOINE	5,9	10,9	16,8	19,2	5,3	24,5
LUPIN BLEU + ORGE	5,0	10,9	15,9	-	-	-

Au vu du faible nombre de données, aucune analyse statistique n'a été faite.

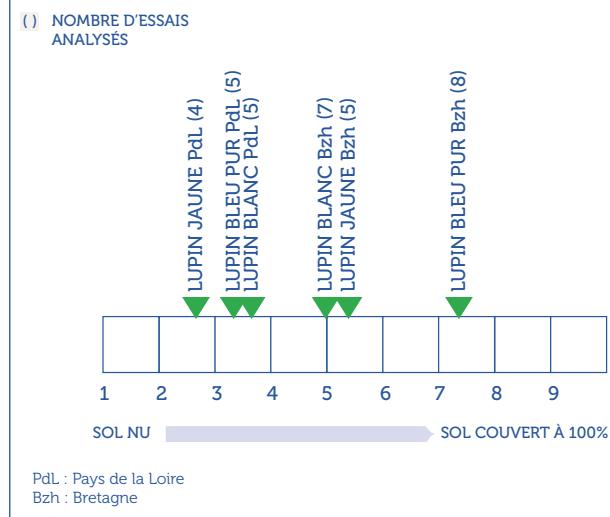
La tendance pour le lupin bleu est la même qu'avec le lupin blanc : l'ajout d'une céréale a tendance à diminuer le rendement en lupin mais à augmenter ou au moins à maintenir le rendement total. La différence de rendement entre les deux régions est importante pour le rendement du lupin bleu pur : il semble peu adapté aux conditions climatiques des Pays de la Loire.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU LUPIN

La teneur en MAT (matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 26,1 et 43,9 % pour le lupin blanc (10 essais analysés) et 21,7 et 37,5 % pour le lupin bleu (8 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des lupins purs et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement du lupin. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité.

## COMPARAISON DE 3 TYPES DE LUPIN

### POUVOIR COUVRANT À FLORaison PAR MODALITÉ – MOYENNE SUR LE RÉSEAU



Concernant les différents types de lupin, le lupin bleu est le plus courrant en Bretagne alors que c'est le lupin blanc en Pays de la Loire. Dans les deux régions, le lupin jaune présente une couverture de sol inférieure, du fait d'une perte importante à la levée et d'une faible ramification.

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES DES 3 TYPES DE LUPIN EN CULTURE PURE

		BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
PAYS DE LA LOIRE (5 ESSAIS)	LUPIN JAUNE	2,35	NON SIGNIFICATIF	ETR = 0,24 CV = 14 %
	LUPIN BLANC	1,92		
	LUPIN BLEU	1,54		
BRETAGNE (6 ESSAIS)	LUPIN JAUNE	2,02	a.	ETR = 0,28 CV = 17 %
	LUPIN BLANC	1,59	ab	
	LUPIN BLEU	1,19	.b	

Ce classement se retrouve bien sur la majorité des sites, que ce soit en Bretagne ou en Pays de la Loire, le salissement en lupin blanc étant parfois équivalent au salissement en lupin bleu. Il rejoint les notes de pouvoir couvrant faites à floraison.

### COMPARAISON DES RENDEMENTS DES 3 TYPES DE LUPIN EN CULTURE PURE

		RENDEMENT (q/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
PAYS DE LA LOIRE (4 ESSAIS)	LUPIN BLANC	14,3	NON SIGNIFICATIF	ETR = 6,7 CV = 71 %
	LUPIN BLEU	7,3		
	LUPIN JAUNE	7		
BRETAGNE (6 ESSAIS)	LUPIN BLANC	28	NON SIGNIFICATIF	ETR = 7,9 CV = 39 %
	LUPIN BLEU	22,6		
	LUPIN JAUNE	10,5		

En Pays de la Loire, le lupin blanc reste le type plus intéressant pour le rendement. En revanche, le lupin bleu peut présenter un intérêt en Bretagne, avec une date de récolte plus précoce que le lupin blanc. Sa teneur en protéine (30,4 % en moyenne sur 9 essais analysés) est toutefois un peu plus faible que le lupin blanc (34 % en moyenne sur 10 essais analysés).

Le lupin jaune semble présenter peu d'intérêt, quelle que soit la région. Sa teneur en protéine plus élevée (42,4 % en moyenne sur 4 essais analysés) ne permet pas de compenser son faible rendement en grains et induit une plus faible production de protéines à l'hectare.



## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE LUPIN DE PRINTEMPS ASSOCIÉE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'association du lupin de printemps à une céréale permet une meilleure maîtrise des adventices. Elle peut avoir un impact sur le rendement du lupin mais permet une augmentation et une sécurisation du rendement total.

Le lupin blanc est le type le plus recommandé en Pays de la Loire. En Bretagne, le lupin bleu peut aussi présenter un intérêt, notamment grâce à son cycle plus court.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le lupin de printemps en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)

**Remarque :** l'association du lupin de printemps avec de la luzerne (semis simultané) a été testée. L'objectif était double : limiter le salissement et tester l'implantation de la luzerne sous couvert de lupin. La luzerne a peiné à se développer durant le cycle du lupin, n'ayant donc pas d'impact sur la couverture du sol. Mais il semblerait que le lupin puisse être un couvert possible pour l'implantation d'une luzerne, qui repart après la récolte du lupin si les conditions sont favorables (disponibilité en eau notamment).

Le lupin d'hiver a également été testé en Pays de la Loire. Avec une récolte sur 4 années d'essais (manque d'eau au semis, salissement important, maladie), cette culture reste encore difficile à conduire en bio, même en association.

# RÉSULTATS DU RÉSEAU D'ESSAIS EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE, EN BRETAGNE ET PAYS DE LA LOIRE

ESSAIS CONDUITS PAR



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
BRETAGNE



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
PAYS DE LA LOIRE





# RÉSULTATS POUR LA FÉVEROLE D'HIVER

## associée en agriculture conventionnelle EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE

La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3. La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN FÉVEROLE D'HIVER CONVENTIONNELLE

## MODALITÉS TESTÉES

## Association additive avec un objectif de double récolte

FÉVEROLE IRENA

100 % (30 grains/m<sup>2</sup>)

- **SEIGLE D. AMBER**  
30 % (75 grains/m<sup>2</sup>)
  - **TRITICALE VUKA**  
30 % (75 grains/m<sup>2</sup>)
  - **BLÉ RUBISKO**  
30 % (75 grains/m<sup>2</sup>)

Densités de semis en % de la dose en pure  
Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

## SALISSEMENT EN FÉVEROLE PURE

(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



#### RENDEMENT EN FÉVEROLE PURE

© 2019 Pearson Education, Inc.



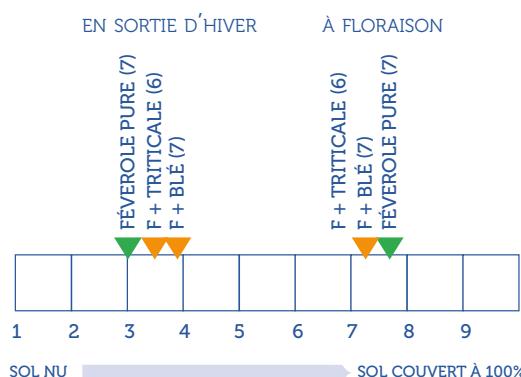
# GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR EN SORTIE D'HIVER

Le pouvoir couvrant est primordial en sortie d'hiver dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

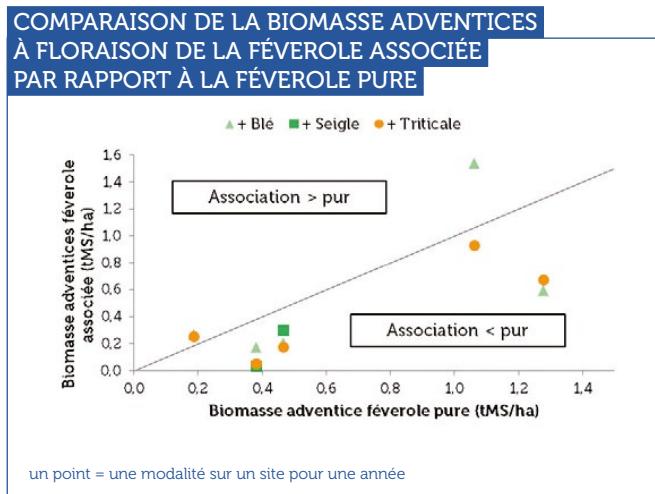
## POUVOIR COUVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU

- FEVÉROLE ASSOCIÉE
  - FEVÉROLE PURE
  - ( ) NOMBRE D'ESSAIS ANALYSÉS



L'association de la féverole avec une céréale permet dans la plupart des cas d'augmenter le pouvoir couvrant en sortie d'hiver. La céréale se développe plus rapidement que le protéagineux et entre ainsi en compétition avec les adventices pour l'occupation du sol. À floraison, la féverole est généralement bien développée et ces différences entre culture pure et associée ne sont plus visibles.

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON



Le salissement a été mesuré par l'évaluation de la biomasse adventices présente sur chaque essai à floraison. Cependant, la moitié des essais suivis présentaient sur l'ensemble des modalités un salissement nul à floraison, même en féverole pure. Sur ces parcelles, le travail du sol et le passage d'un herbicide en pré-levée ont suffi à gérer le salissement.

L'ajout d'une céréale à la féverole permet une meilleure gestion du salissement à floraison, dans les cas de salissement faible à moyen. Le triticale et le blé semblent tous les deux intéressants sur ce point, mais le blé est parfois moins compétitif. L'impact du seigle est à confirmer (trop peu de données).

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON (5 ESSAIS)

FÉVEROLE PURE	0,69	BIOMASSE ADVENTICES (TMS/HA)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)
FÉVEROLE + BLÉ	0,60		NON SIGNIFICATIF
FÉVEROLE + TRITICALE	0,42		ETR = 0,22 CV = 39 %



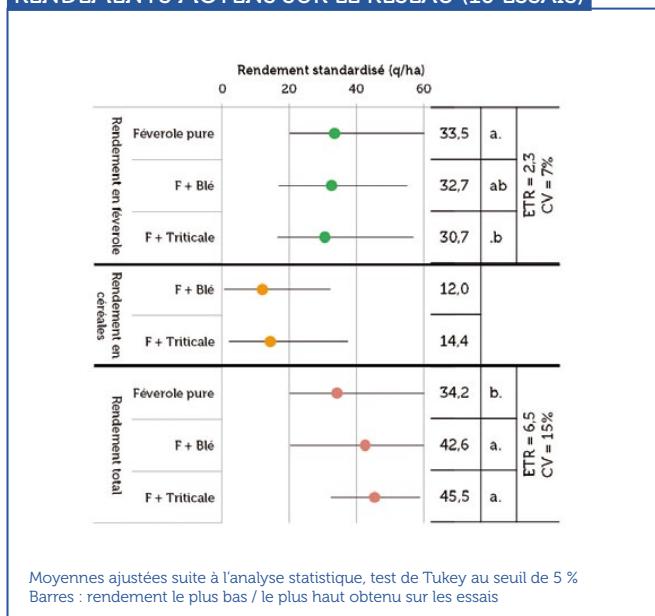
Dans les cas de salissement fort, l'association seule peut ne pas suffire pour gérer les adventices jusqu'à la fin du cycle.

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

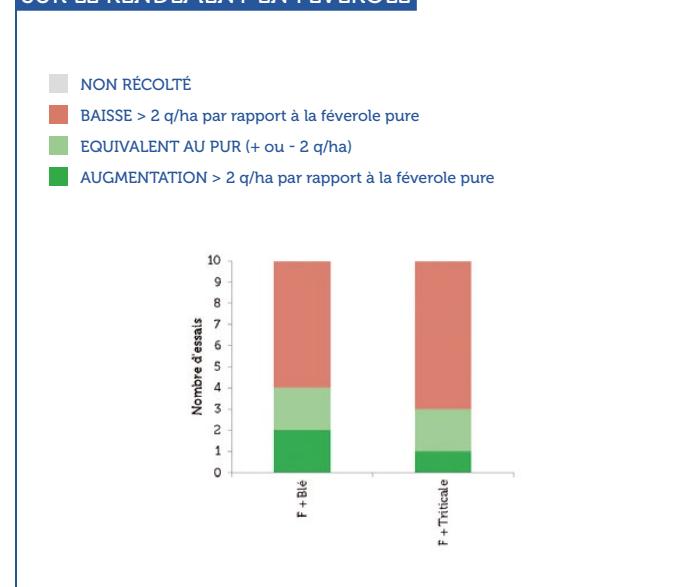
### UN RISQUE DE BAISSE DE RENDEMENT EN FÉVEROLE MAIS UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

En moyenne, le rendement en féverole varie peu, lorsqu'elle est associée, par rapport à une féverole pure. Les différences observées à l'échelle du réseau ne sont pas significatives, même si la variabilité reste importante. Concernant le rendement total, la production complémentaire de la céréale permet d'avoir des rendements totaux supérieurs en association par rapport à la culture pure.

### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (10 ESSAIS)



### VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN FÉVEROLE



Le rendement de la féverole tend à baisser lorsqu'elle est associée à une céréale, même si cette baisse reste acceptable (2,8 q/ha avec le triticale). L'impact du triticale est plus fort que celui du blé. En revanche, le rendement total est significativement supérieur à la féverole pure, que ce soit avec le triticale ou le blé. L'association apporte donc une sécurisation du rendement total mais aura moins d'intérêt dans les situations où le rendement en féverole est élevé et régulier.

Sur les deux essais où l'association au seigle a été testée (Bretagne, 2017 et 2018), les deux présentaient une baisse du rendement en féverole de 12 q/ha et 7 q/ha mais une production de seigle de 17,5 q/ha et 22 q/ha. Sur ces sites, le rendement en féverole pure était respectivement de 60 et 32 q/ha.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DE LA FÉVEROLE



La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 24,5 et 32,4 % (7 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des féverolettes pures et associées. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement de la féverole. De plus, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité (13,2 % en moyenne pour le blé associé, 4 essais analysés).

## DES ASSOCIATIONS TESTÉES MAIS NON CONCLUANTES

D'autres modalités ont été testées par certains partenaires mais ont donné des résultats peu intéressants et ne sont pas préconisées. Parmi les plantes compagnes testées :

- le pois fourrager ou protéagineux ou la vesce de narbonne. Il semblerait que l'association de deux protéagineux ne soit pas vraiment intéressante pour la production de protéines. Le rendement de la féverole diminue et le rendement en pois, lié à son taux en protéine plus faible, ne permet pas de compenser cette baisse ;
- l'épeautre ne semble pas adapté pour être associé à la féverole (faible développement) ;
- le trèfle peine à se développer sous le couvert de la féverole et n'apporte donc pas d'intérêt à la maîtrise des adventices ;
- l'avoine peut présenter un intérêt (voir pages en bio) mais nécessite un débouché qui est difficile à trouver.

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LA FÉVEROLE D'HIVER ASSOCIÉE EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

L'association de la féverole d'hiver en conventionnel peut être un levier pour gérer les adventices dans les cas de faible ou moyen salissement. L'ajout d'une céréale peut avoir un impact sur le rendement de la féverole mais permet une augmentation et une sécurisation du rendement total, lorsque la baisse de rendement en féverole n'est pas trop important et la production complémentaire de céréales suffisantes.

Voir analyse économique page 42

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer la féverole d'hiver en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture.

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LE POIS D'HIVER

associé en agriculture conventionnelle  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN POIS D'HIVER CONVENTIONNEL

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### POIS ENDURO

100 % (80 grains/m<sup>2</sup>)

• AVOINE DALGUISE 30 % (75 grains/m <sup>2</sup> )	4 ESSAIS
• BLÉ RUBISKO 30 % (75 grains/m <sup>2</sup> )	10 ESSAIS
• ORGE ETINCEL 30 % (75 grains/m <sup>2</sup> )	10 ESSAIS

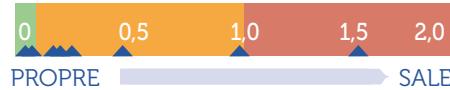
1 essai abandonné : salissement trop important

Densités de semis en % de la dose en pure

Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

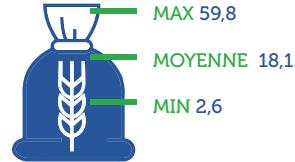
### SALISSEMENT EN POIS PUR

▲ = un essai  
(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN POIS PUR

(En q/ha)



## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COVRANT SUPÉRIEUR EN SORTIE D'HIVER

Le pouvoir couvrant est primordial en sortie d'hiver dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

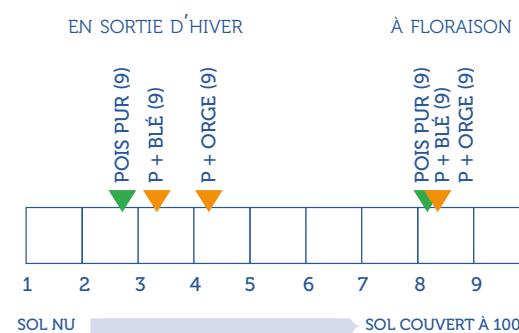
### POUVOIR COVRANT PAR MODALITÉ

#### MOYENNE SUR LE RÉSEAU

► POIS ASSOCIÉ

► POIS PUR

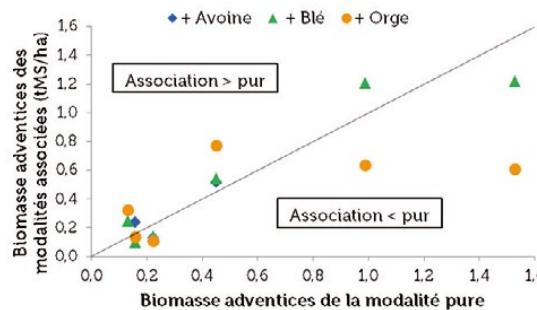
( ) NOMBRE D'ESSAIS  
ANALYSÉS



L'association du pois avec une céréale permet dans la plupart des cas d'augmenter le pouvoir couvrant en sortie d'hiver. La céréale se développe plus rapidement que le protéagineux et entre en compétition avec les adventices pour l'occupation du sol. À floraison, le pois est généralement bien développé et ces différences entre culture pure et associée ne sont plus visibles.

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DU POIS ASSOCIÉ PAR RAPPORT AU POIS PUR



un point = une modalité sur un site pour une année

Le salissement a été mesuré par la biomasse adventices présente sur chaque essai à floraison. Cependant, un tiers des essais suivis présentaient un salissement nul sur l'ensemble des modalités à floraison. Sur ces parcelles, le travail du sol et le passage d'un herbicide en prélevée a suffi à gérer le salissement.

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON (6 ESSAIS)

POIS PUR

POIS + BLÉ

POIS + ORGE

### BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)

**0,58**

**0,58**

**0,43**

### ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)

NON SIGNIFICATIF (VARIABILITÉ TROP IMPORTANTE)

**ETR = 0,25**  
**CV = 46 %**

+ 3 essais propres à floraison non considérés

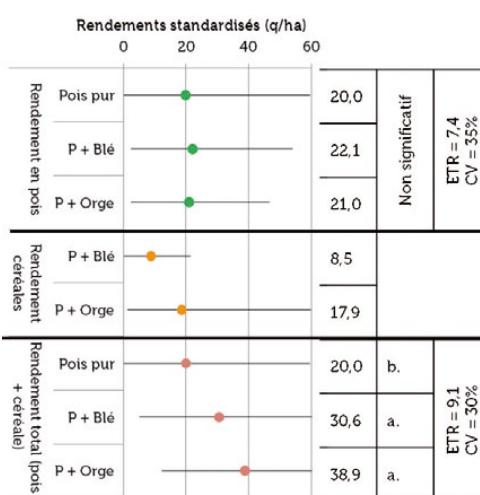
À titre indicatif, l'association à l'avoine (3 essais) permet d'avoir en moyenne une biomasse adventices de 0,29 t MS/ha contre 0,63 t MS/ha pour la modalité pure.

Environ un tiers des essais ne présente pas d'adventices à floraison, même dans le pois pur. Sur un autre tiers, l'ajout d'une céréale permet de diminuer le salissement à floraison, par rapport au pois pur, et sur le dernier tiers, elle n'a pas d'effet.

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

### UN EFFET TUTEUR INTÉRESSANT DANS LES SITUATIONS À RISQUE DE VERSE

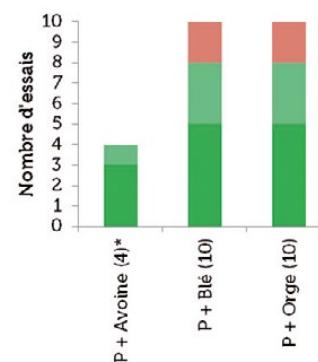
#### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (9 ESSAIS)



Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique, test de Tukey au seuil de 5 %  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais

#### VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN POIS

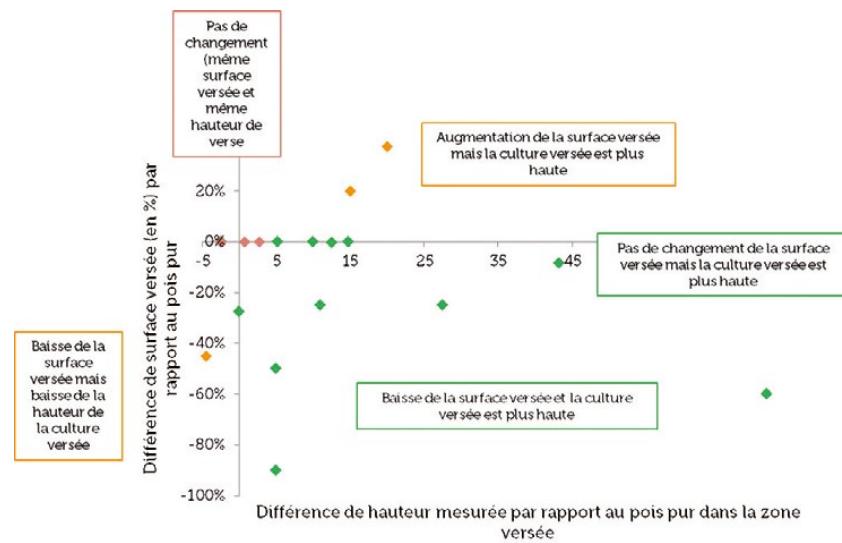
- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha par rapport au pois pur
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha par rapport au pois pur



\*L'association à l'avoine ne présente pas assez de données pour entrer dans l'analyse statistique. Rendement moyen du pois associé à l'avoine : 15,2 q/ha et rendement moyen en avoine : 12,4 q/ha

Remarque : les rendements en pois ont été en moyenne assez faibles dans notre réseau sur les 4 campagnes considérées.

## EFFET DE L'ASSOCIATION DU POIS SUR LA VERSE À LA RÉCOLTE



L'association permet une diminution de la verse dans 3 essais sur 4 avec l'avoine et dans 7 essais sur 10 avec le blé ou l'orge, alors que de la verse a été observée sur tous les essais. Sur les essais où l'association induit un rendement inférieur en pois par rapport à la culture pure, l'association n'a pas permis pour certains de limiter la verse, soit parce que la céréale n'était pas assez développée pour soutenir le pois, soit parce que le pois était trop développé et la biomasse à soutenir était donc trop importante pour la céréale. Pour d'autres, la modalité en pois pur ne présentait pas de verse et avait un rendement élevé. La présence de la céréale a induit une concurrence à un protéagineux avec un bon potentiel.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU POIS



La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 19 et 26 % (6 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des pois purs et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement du pois. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse (12,8 % en moyenne pour le blé associé, 4 essais analysés).

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE POIS D'HIVER ASSOCIÉ EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

L'association du pois d'hiver en conventionnel peut être un levier dans la gestion des adventices dans les cas de salissement faible ou moyen. L'impact sur le rendement du pois d'hiver est plutôt positif dans les cas de verse grâce à l'effet tuteur de la céréale. La production complémentaire de céréales permet un rendement total supérieur à la culture pure.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le pois d'hiver en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LE LUPIN D'HIVER

associé en agriculture conventionnelle  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

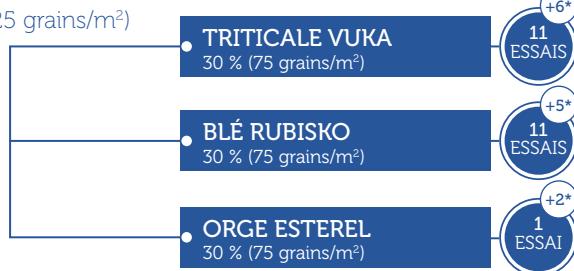
## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN LUPIN D'HIVER CONVENTIONNEL

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### LUPIN MAGNUS

100 % (25 grains/m<sup>2</sup>)



1 essai abandonné pour cause de mouche du semis

Densités de semis en % de la dose en pure

\*Essais en bandes, les autres essais sont en blocs avec répétitions

### SALISSEMENT EN LUPIN PUR

▲ = un essai  
(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN LUPIN PUR

(En q/ha)

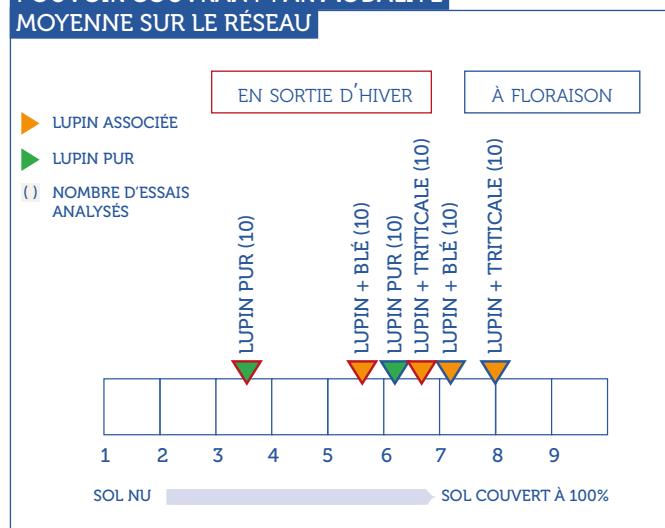


## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR

Le pouvoir couvrant est primordial en sortie d'hiver dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

### POUVOIR COUVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU



### LUPIN PUR



### LUPIN + TRITICALE

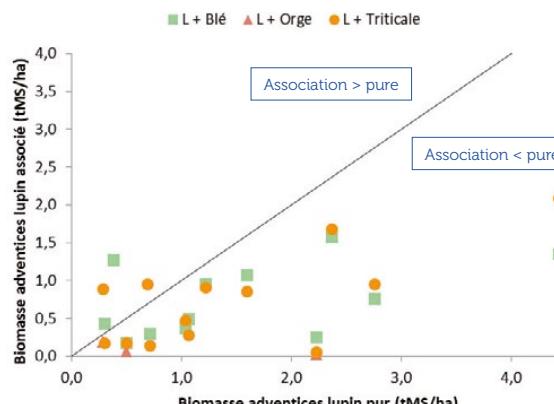


7/03/18 – La Planche (44)

Le lupin est une culture qui se développe lentement. L'ajout d'une céréale permet d'augmenter le pouvoir couvrant en sortie d'hiver mais également à floraison. Celle-ci lève et talle vite, permettant de couvrir le sol.

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DU LUPIN ASSOCIÉ PAR RAPPORT AU LUPIN PUR



un point = une modalité sur un site pour une année  
Essais blocs et bandes

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON POUR LES ESSAIS EN BANDES

4 ESSAIS ANALYSÉS	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)		
	LUPIN PUR	2,23	
	LUPIN + BLÉ	0,81	
	LUPIN + TRITICALE	1,30	+ 1 essai propre à floraison non considéré.

Dans la majorité des cas, l'association du lupin à une céréale permet de diminuer le salissement à floraison. Dans les cas de fort salissement, le risque est que l'association ne suffise plus à gérer les adventices en fin de cycle (2 essais non récoltés dans nos essais suite à un salissement important à la récolte).

À titre indicatif, l'association à l'orge a permis en moyenne une diminution de 1,0 t MS/ha à 0,09 t MS/ha (moyenne sur 1 essai en blocs et 2 essais en bandes).

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON POUR LES ESSAIS EN BLOCS (8 ESSAIS)

LUPIN PUR	1,17
LUPIN + BLÉ	0,72
LUPIN + TRITICALE	0,35

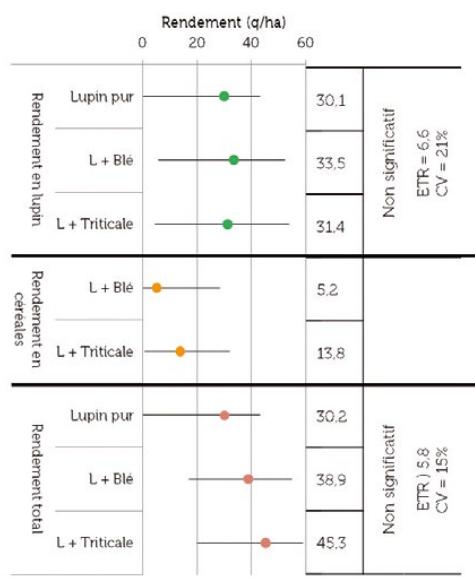
+ 2 essais propres à floraison non considérées.

BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
1,17	a.	
0,72	ab	ETR = 0,39 CV = 51 %
0,35	b.	

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

### UN IMPACT SUR LE LUPIN FAIBLE EN MOYENNE MAIS UNE FORTE VARIABILITÉ

#### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN BLOCS (8 ESSAIS)



Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique, test de Tukey au seuil de 5 %  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais

#### ANALYSE PAR NIVEAU DE RENDEMENT EN LUPIN PUR

##### RENDEMENT « HAUT » DU LUPIN (4 ESSAIS)

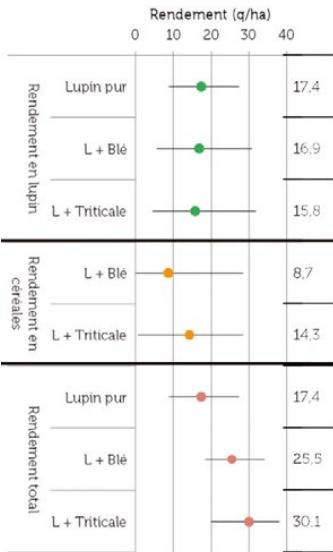
RENDEMENT (q/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
LUPIN PUR	39,8	
LUPIN + BLÉ	39,6	NON SIGNIFICATIF
LUPIN + TRITICALE	37,4	ETR = 6,2 CV = 16 %

##### RENDEMENT « BAS » DU LUPIN (4 ESSAIS)

LUPIN + BLÉ	27,2		
LUPIN + TRITICALE	25,1	NON SIGNIFICATIF	
LUPIN PUR	20,7	ETR = 7,4 CV = 31 %	

Moyennes ajustées à la suite de l'analyse statistique

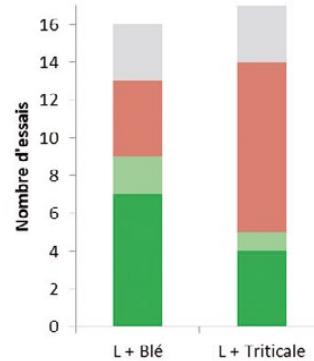
## RENDEMENTS MOYENS SUR LES ESSAIS EN BANDES (5 ESSAIS)



Moyennes ajustées à la suite de l'analyse statistique  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais

## VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN LUPIN (ESSAIS BLOCS ET BANDES)

- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha par rapport au lupin pur
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha par rapport au lupin pur



Causes de non récolte : salissement important (2 essais), inondation (1 essai)

En moyenne, l'association n'a pas d'impact significatif sur le rendement du lupin et semble permettre une légère augmentation sur les essais en blocs. Ces résultats sont les mêmes que le rendement en lupin pur soit élevé ou plus faible. La variabilité des résultats reste cependant importante, ce qui peut expliquer en partie l'absence de significativité des écarts observés (notamment pour le rendement total). Sur les essais en bandes, l'impact est également faible (< à 2 q/ha), et le rendement total plus élevé en association qu'en lupin pur.

À titre indicatif, l'association à l'orge, testée sur 1 essai en blocs et 2 essais en bandes, a eu un faible effet en moyenne sur le rendement du lupin, mais avec des fortes variations entre essais. Cette variation se retrouve sur le rendement de l'orge associée.

## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU LUPIN



La teneur en MAT (Matière azotée totale) du lupin mesurée dans les essais varie entre 24,5 et 32,4 % (7 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des lupins purs et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement du lupin. De plus, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale sera plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse (13,4 % en moyenne pour le blé associé, 6 essais analysés).

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE LUPIN D'HIVER ASSOCIÉ EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

L'association du lupin d'hiver en conventionnel à une céréale peut être un levier pour gérer les adventices.

Elle a en moyenne peu d'impact sur le rendement du lupin, que le potentiel soit élevé ou non, et permet une augmentation et une sécurisation du rendement total par la production complémentaire de céréales.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le lupin d'hiver en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LA FÉVEROLE DE PRINTEMPS

associée en agriculture conventionnelle  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN FÉVEROLE DE PRINTEMPS CONVENTIONNELLE

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### FÉVEROLE TIFFANY

100 % (30 grains/m<sup>2</sup>)

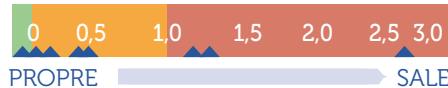
- AVOINE ALBATROS 20 % (60 grains/m<sup>2</sup>) 3 ESSAIS
- ORGE PEWTER 20 % (60 grains/m<sup>2</sup>) 6 ESSAIS

Densités de semis en % de la dose en pure

Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

### SALISSEMENT EN FÉVEROLE PURE

$\blacktriangle$  = un essai  
(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN FÉVEROLE PURE (En q/ha)



## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR AU DÉBUT DU CYCLE

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière. À floraison, le pouvoir couvrant mesuré est équivalent pour la féverole pure et les associations. À ce stade, la féverole est bien développée. En revanche, des différences ont été observées par les expérimentateurs à la levée, les céréales se développant plus rapidement (pas de notation faite à ce stade).

### UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON

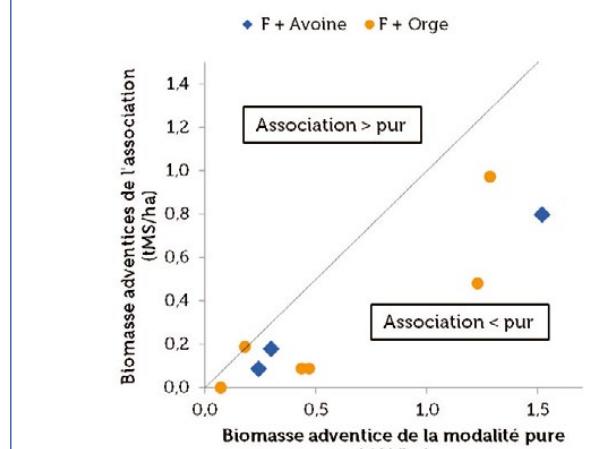
Le salissement a été mesuré par l'évaluation de la biomasse adventices présente sur chaque essai à floraison. Cependant, la moitié des essais suivis présentaient sur l'ensemble des modalités un salissement nul à floraison, même en féverole pure. Sur ces parcelles, le travail du sol et le passage d'un herbicide en pré-levée ont suffi à gérer le salissement.

#### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON (5 ESSAIS)

	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
FÉVEROLE PURE	0,72	NON SIGNIFICATIF (variabilité trop importante)	ETR = 0,21 CV = 44 %
FÉVEROLE + ORGE	0,36		
FÉVEROLE + AVOINE	0,34		

+ 5 essais propres à floraison non considérés

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DE LA FÉVEROLE ASSOCIÉE PAR RAPPORT À LA FÉVEROLE PURE



un point = une modalité sur un site pour une année

L'ajout d'une céréale à la féverole permet une meilleure gestion du salissement à floraison, dans les cas de salissement faible à moyen. L'orge et l'avoine semblent toutes les deux intéressantes sur ce point. Les modalités avec de l'avoine sont moins nombreuses (3 essais) mais cette plante compagne a des effets positifs sur le salissement aussi en féverole d'hiver. La variabilité reste toutefois importante et ne permet pas de valider ces tendances de façon statistique.

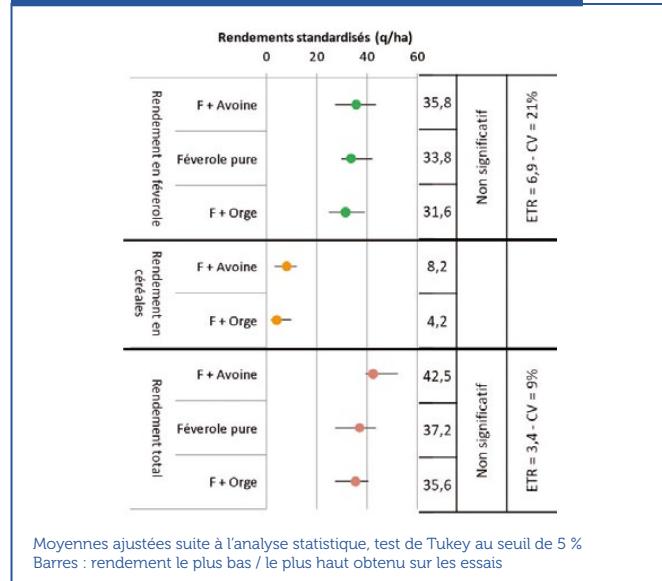


Dans les cas de salissement fort, l'association seule peut ne pas suffire pour gérer les adventices.  
Sur 2 essais, la biomasse des adventices à floraison est supérieure à 1 t MS/ha et redescend seulement autour de 0,5 t MS/ha, ce qui peut ne pas être satisfaisant pour l'agriculteur ou présager un salissement important quand même en fin de cycle.

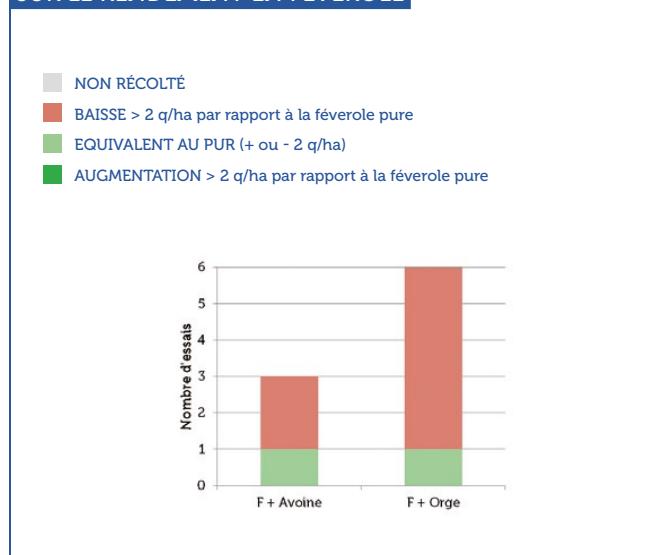
## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

UN RISQUE DE BAISSE DE RENDEMENT EN FÉVEROLE MAIS UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (6 ESSAIS)



### VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN FÉVEROLE



En moyenne, le rendement en féverole de printemps semble diminuer en association avec l'orge et augmenter avec l'avoine. La variabilité importante ne permet pas de confirmer ces tendances de façon statistique. L'association apporte une production complémentaire de céréales qui est en moyenne plus élevée en avoine qu'en orge. Le classement du rendement total suit la même hiérarchie que celui du rendement de la féverole.

### UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DE LA FÉVEROLE

La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 24,3 et 28,9 % (5 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des féveroles pures et associées. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement de la féverole. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et de sa faible densité (14 % en moyenne pour les céréales associées, 3 essais analysés).

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LA FÉVEROLE DE PRINTEMPS ASSOCIÉE EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

L'association de la féverole de printemps en conventionnel peut être un levier pour gérer les adventices dans les cas de salissement faible ou moyen. L'ajout d'une céréale peut avoir un impact sur le rendement de la féverole mais permet une augmentation du rendement total. L'intérêt économique est à prendre à l'échelle de la rotation (peu d'intérêts pour les résultats économiques annuels, voir p. 42).

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer la féverole de printemps en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LE POIS DE PRINTEMPS

associé en agriculture conventionnelle  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

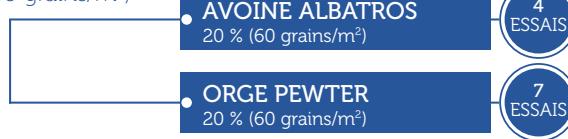
## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN POIS DE PRINTEMPS CONVENTIONNEL

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### POIS DE KAYANNE

100 % (80 grains/m<sup>2</sup>)



Densités de semis en % de la dose en pure

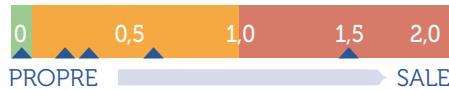
2 essais abandonnés (mauvaise gestion de l'interculture, problème de levées).

Les essais présentés ici sont tous en blocs avec répétitions.

### SALISSEMENT EN POIS PUR

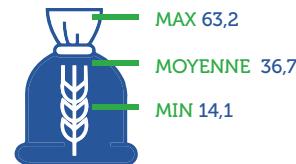
▲ = un essai

(tMS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN POIS PUR

(En q/ha)



## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COUVRANT SUPÉRIEUR EN SORTIE D'HIVER

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière. À floraison, le pois est bien développé et la culture pure semble plus couvrante que les modalités associées. En revanche, la céréale lève et se développe plus rapidement que le pois, permettant à l'association d'avoir une couverture de sol plus importante à la levée par rapport au pois pur (pas de notations à ce stade, observation des expérimentateurs).

### UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE

#### ADVENTICES À FLORAISON

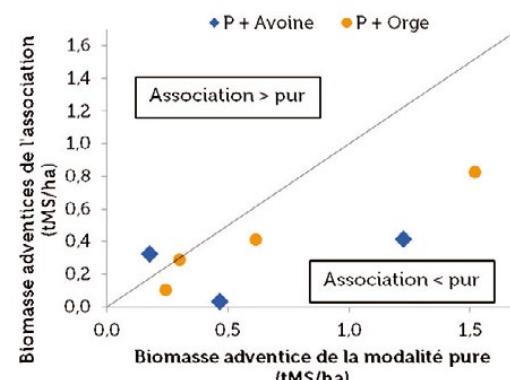
Le salissement a été mesuré par la biomasse adventices présente sur chaque essai à floraison. Cependant, certains des essais suivis présentaient sur l'ensemble des modalités un salissement nul à floraison, même en pois pur. Sur ces parcelles, le travail du sol et le passage d'un herbicide en pré-levée ont suffi à gérer le salissement.

#### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON (5 ESSAIS)

	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
POIS PUR	0,67		
POIS + AVOINE	0,35	NON SIGNIFICATIF	ETR = 0,18 CV = 39 %
POIS + ORGE	0,41		

+ 3 essais propres à floraison non considérés

### COMPARAISON DE LA BIOMASSE ADVENTICES À FLORAISON DU POIS ASSOCIÉ PAR RAPPORT AU POIS PUR



un point = une modalité sur un site pour une année



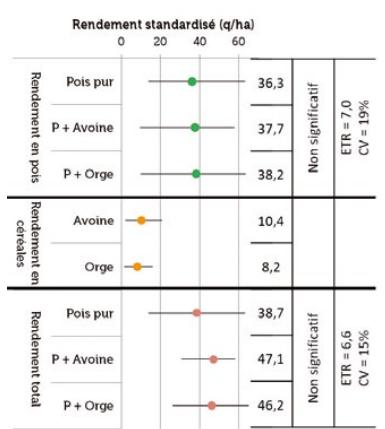
Dans les cas de salissement important, l'association peut apporter un effet bénéfique mais qui ne soit pas suffisant pour atteindre un niveau acceptable par l'agriculteur.

Sur les 4 essais présentant un salissement à floraison, la biomasse adventices dans l'association est plus faible que dans le pois pur. La variabilité des résultats ne permet pas de confirmer ces résultats de façon statistique.

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

### UN IMPACT SUR LE POIS VARIABLE ET UN RENDEMENT TOTAL SUPÉRIEUR

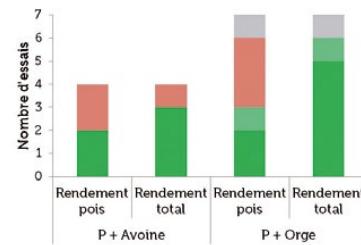
#### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (6 ESSAIS)



Moyennes ajustées suite à l'analyse statistique, test de Tukey au seuil de 5 %  
Barres : rendement le plus bas / le plus haut obtenu sur les essais

#### VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT DU POIS

- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha par rapport au pois pur
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha par rapport au pois pur



Causes de non récolte : verre et salissement

En moyenne, l'association a peu d'impact sur le rendement du pois. Mais cet impact varie d'une situation à l'autre. Sur deux sites, elle permet d'augmenter ce rendement de 12 q/ha alors que pour ceux qui montrent une baisse avec l'association, celle-ci va de 3,8 à 8,3 q/ha. Il est difficile d'expliquer pourquoi on trouve ces différences, à part que la verre a été importante sur un des sites présentant une forte hausse et que la présence de la céréale a permis de limiter le phénomène.

### UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU POIS



La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 17,6 et 24,0 % (4 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des pois purs et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement du pois. On peut en revanche s'attendre à ce que la teneur en protéines de la céréale associée soit plus élevée que la normale, du fait de sa faible densité et d'une association avec une légumineuse (20,1 % pour l'orge associé en moyenne sur 4 essais analysés).

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE POIS DE PRINTEMPS ASSOCIÉ EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

L'association du pois de printemps en conventionnel à une céréale peut être un levier pour gérer les adventices, dans les cas de salissement faible ou moyen. Elle peut avoir un impact sur le rendement du pois mais permet une augmentation du rendement total.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le pois de printemps en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)



# RÉSULTATS POUR LE LUPIN DE PRINTEMPS

associé en agriculture conventionnelle  
EN BRETAGNE ET EN PAYS DE LA LOIRE



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.  
La méthode et les résultats de l'analyse économique sont en page 42.

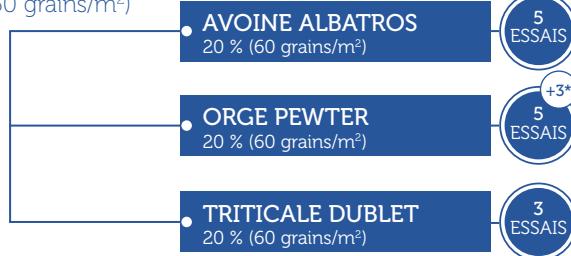
## QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LE RÉSEAU D'ESSAIS EN LUPIN DE PRINTEMPS CONVENTIONNEL

### MODALITÉS TESTÉES

Association additive avec un objectif de double récolte

#### LUPIN FEODORA

100 % (50 grains/m<sup>2</sup>)

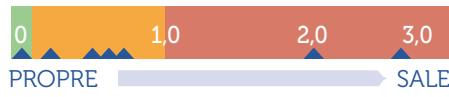


Densités de semis en % de la dose en pure

\*Essais en bandes, les autres essais sont en blocs avec répétitions

### SALISSEMENT EN LUPIN PUR

▲ = un essai  
(t MS/ha d'adventices à floraison) sans désherbage mécanique



### RENDEMENT EN LUPIN PUR (En q/ha)



## GÉRER LE SALISSEMENT : UN EFFET POSITIF SUR LE SALISSEMENT DANS LES CAS DE SALISSEMENT FAIBLE OU MOYEN

### UN POUVOIR COVRANT SUPÉRIEUR

Le pouvoir couvrant est primordial dans la maîtrise du développement des adventices. Il nous permet d'avoir une idée de la compétitivité de la culture sur les adventices vis-à-vis de la lumière.

### POUVOIR COVRANT PAR MODALITÉ MOYENNE SUR LE RÉSEAU

► LUPIN ASSOCIÉ

► LUPIN PUR

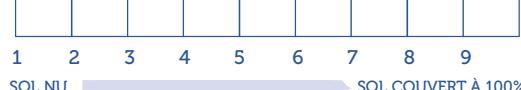
( ) NOMBRE D'ESSAIS  
ANALYSÉS

A 5/6 FEUILLES

LUPIN BLANC PUR (4)  
LUPIN BLANC + AVOINE (4)  
LUPIN BLANC + ORGE (4)

À FLORAISSON

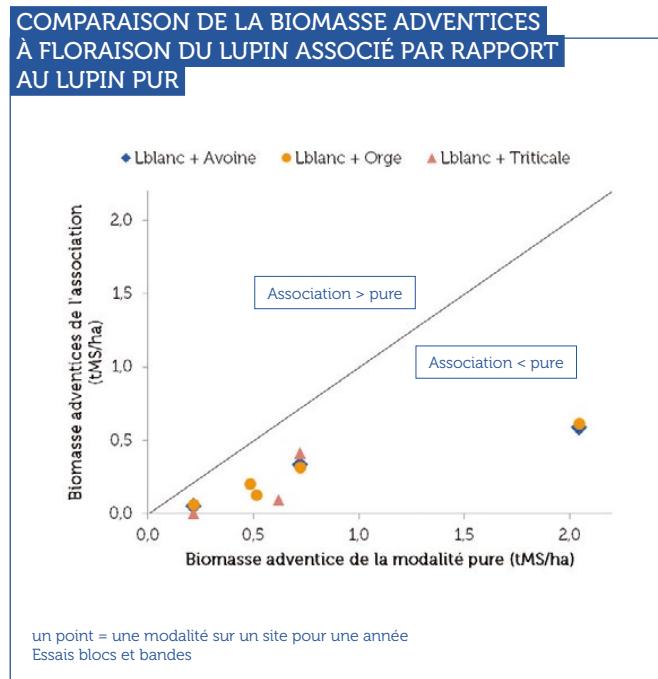
LUPIN BLANC + AVOINE (4)  
LUPIN BLANC PUR (4)  
LUPIN BLANC + ORGE (4)



1 2 3 4 5 6 7 8 9  
SOL NU → SOL COUVERT À 100%

Le lupin est une culture qui se développe lentement. L'ajout d'une céréale permet d'augmenter le pouvoir couvrant dès la levée. Celle-ci lève et talle vite, permettant de couvrir le sol. À floraison, lorsque le lupin est bien développé, les différences de couverture du sol entre modalités sont moins visibles.

## UN EFFET INTÉRESSANT SUR LA BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON



Dans la majorité des cas, l'association du lupin à une céréale permet de diminuer le salissement à floraison. Dans les cas de salissement fort, le risque est que l'association ne suffise plus à gérer les adventices en fin de cycle.

Résultats de l'association avec l'orge pour un essai en bandes (pas de données pour le 2<sup>e</sup>) :

Lupin blanc + Orge = 0,2 t MS/ha dans la modalité associée contre 0,5 t MS/ha dans la modalité pure.

L'association au triticale n'a été testée que dans 2 essais en blocs et un en bande. À titre indicatif, les données correspondantes à ces essais sont les suivantes : Lupin blanc + Triticale = en moyenne 0,5 t MS/ha dans la modalité associée et 0,2 t MS/ha dans la modalité pure.

### DONNÉES DE BIOMASSE DES ADVENTICES À FLORAISON (4 ESSAIS EN BLOCS)

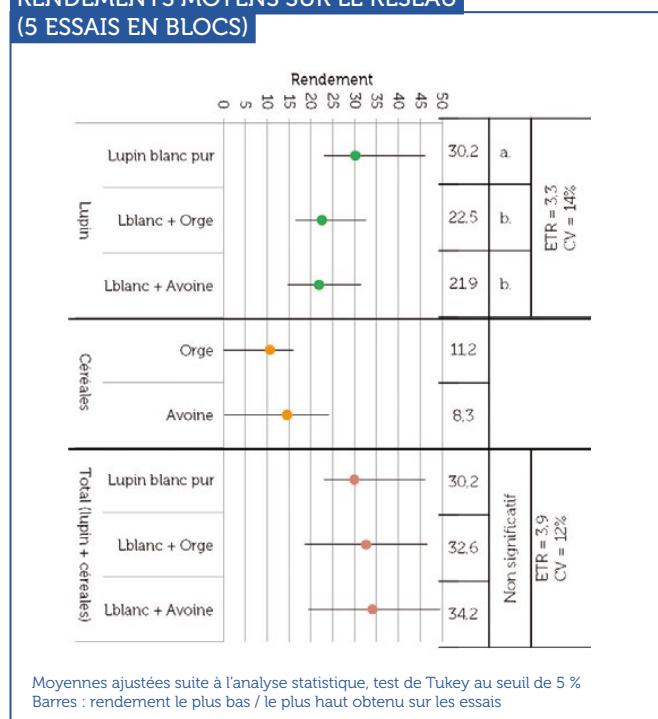
	BIOMASSE ADVENTICES (tMS/ha)	ANALYSE STATISTIQUE (TEST DE TUKEY AU SEUIL DE 5 %)	
LUPIN BLANC PUR	1,3	a.	
LUPIN BLANC + AVOINE	0,55	ab	ETR = 0,34 CV = 43 %
LUPIN BLANC + ORGE	0,52	b.	

+ 2 essais propres à floraison non considérés (un en blocs et un en bandes)

## SÉCURISER LE RENDEMENT ET LA PRODUCTION DE PROTÉINES

### UN IMPACT NÉGATIF SUR LE RENDEMENT DU LUPIN MAIS UN RENDEMENT TOTAL ÉQUIVALENT

#### RENDEMENTS MOYENS SUR LE RÉSEAU (5 ESSAIS EN BLOCS)



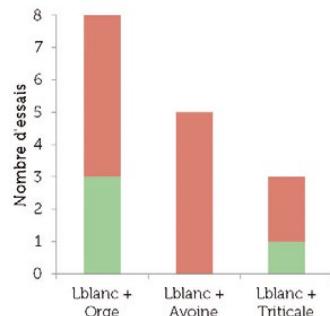
À titre indicatif, les données correspondantes aux modalités peu testées ou testées en bandes :

Lupin blanc + Orge (3 essais en bande) = baisse de 0,8 q/ha du rendement en lupin par rapport à la modalité pure et augmentation du rendement total de 4 q/ha

Lupin blanc + Triticale (3 essais blocs) = baisse moyenne de 10,7 q/ha du rendement en lupin par rapport à la modalité pure augmentation du rendement total de 1 q/ha

## VARIABILITÉ DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LE RENDEMENT EN LUPIN (ESSAIS BLOCS ET BANDES)

- NON RÉCOLTÉ
- BAISSE > 2 q/ha par rapport au lupin pur
- EQUIVALENT AU PUR (+ ou - 2 q/ha)
- AUGMENTATION > 2 q/ha par rapport au lupin pur



Causes de non récolte : salissement important (2 essais), inondation (1 essai)

En moyenne, l'association d'une céréale au lupin blanc de printemps induit une baisse significative du rendement en lupin. L'effet de l'avoine sur le lupin semble plus fort que celui de l'orge. Le rendement total en revanche est légèrement supérieur mais la variation de la production de céréales ne permet pas de confirmer cette tendance de façon statistique.



## UN RENDEMENT EN PROTÉINES LIÉ AU RENDEMENT DU LUPIN

La teneur en MAT (Matière azotée totale) du protéagineux mesurée dans les essais varie entre 30,4 et 43,1 % (6 essais analysés). Peu de variation est observée entre la teneur en MAT des lupins purs et associés. Le rendement protéique est donc fortement lié au rendement du lupin. En revanche, on peut supposer que la teneur en MAT de la céréale est plus élevée que la moyenne, du fait de son association avec une légumineuse et sa faible densité de semis (14,3 % en moyenne pour l'orge associée, 5 essais analysés).

## COMPARAISON DE DIFFÉRENTS TYPES DE LUPIN DE PRINTEMPS EN CULTURE PURE

Trois types de lupin de printemps ont également été testés en culture pure (5 essais) :

- le lupin blanc à feuilles larges (testé aussi en association), espèce la plus couramment cultivée
- le lupin bleu à feuilles étroites PROBOR ou BOREGINE (testé en association en bio seulement), présentant un cycle plus court, présent surtout en Bretagne
- le lupin jaune à feuilles étroites MISTER, présentant une teneur en protéines théoriquement plus élevée que les deux autres.

Les résultats pour le dernier type ont été peu concluants : la teneur en protéine est bien plus élevée que les autres types (44,9 % en moyenne) mais les pertes à la levée importantes et les rendements faibles et aléatoires (entre 5,4 et 25,4 q/ha pour une moyenne de 15,4 q/ha) ne permettent pas une production de protéines intéressante à l'hectare. Pour le lupin bleu, les rendements sont en moyenne de 26 q/ha avec une majorité des sites d'essais en Bretagne, zone où il est plus adapté. Sa teneur moyenne en protéine est de 30,2 %. Sur ces mêmes 5 essais, le rendement moyen en lupin blanc est de 31,3 q/ha et sa teneur en protéine de 38,4 %.

## CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE LUPIN DE PRINTEMPS ASSOCIÉ EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

L'association du lupin de printemps en conventionnel à une céréale peut être un levier pour gérer les adventices. Elle peut avoir en revanche un impact négatif sur le rendement du lupin. La production complémentaire de céréales permet quand même de maintenir le rendement total et pourrait être une sécurisation dans les cas de forte pression maladie sur le lupin par exemple.

Pour savoir s'il est préconisé ou non d'associer le lupin de printemps en fonction du contexte et des objectifs, retrouvez les fiches synthétiques par culture

[CLIQUEZ ICI](#)

# ANALYSE ÉCONOMIQUE DU RÉSEAU D'ESSAIS, EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE ET BIOLOGIQUE, EN BRETAGNE ET PAYS DE LA LOIRE





# ANALYSE ÉCONOMIQUE DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION



La méthode suivie et le contexte du projet sont présentés en page 3.

Deux indicateurs économiques ont été calculés à l'échelle annuelle de la culture : la marge semi-nette (MSN) et le coût de production de la protéine. Les données de rendements, de teneur en protéines et d'itinéraire technique utilisées sont celles issues du réseau d'essais (donc majoritairement d'essais en micro-parcelles).

Pour avoir plus de détails sur la méthode et les prix utilisés, vous pouvez vous référer au mémoire de stage de Clothilde HUBERT (2017), disponible auprès de la Chambre d'agriculture des Pays de la Loire.

## MÉTHODE ET RÉSULTATS POUR LA MARGE SEMI-NETTE

### MÉTHODE DE CALCUL

**MSN (€/ha)**

=

Produit protéagineux + céréales

+

Aide PAC protéagineux

-

Charges de mécanisation

-

Charges opérationnelles

-

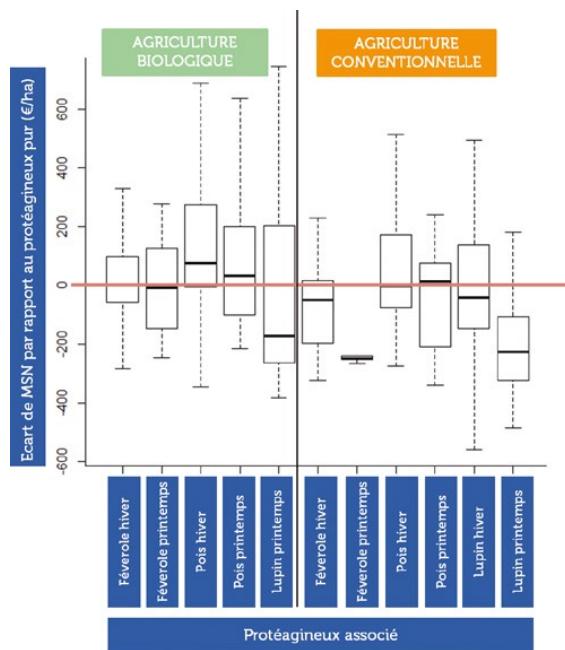
Coût de tri

PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE	SOURCES DES DONNÉES	COMMENTAIRES
- Rendement du protéagineux - Rendement en céréale - Prix de vente des cultures	Tarifs proposés par Terrena en 2017	Pas de bonification ou malus sur le prix du blé en fonction du taux de protéines
- Aide appliquée si les conditions nécessaires sont remplies.	112 €/ha (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2016)	Pour obtenir cette aide, le protéagineux doit être semé à plus de 50% en nombre de grains/m² (conditions 2017). Dans nos essais, l'aide n'est donc attribuée qu'au protéagineux pur (pas de changements en 2018 et 2019).
- Addition des coûts de passage de chaque intervention	Parc matériel standardisé pour une exploitation moyenne de 150ha avec une rotation fixe (barème BCMA « coûts prévisionnel 2015 du matériel agricole »)	Le semis est fait en mélange en un seul passage. Les modalités pures étant disposées avec les modalités associées sur les essais, l'itinéraire technique suivi est le même. On considère donc que les charges de mécanisation sont les mêmes pour toutes les modalités.
- Semences - Produits phytosanitaires - Innoculation du lupin	- Tarifs proposés par Terrena en 2017 - Tarifs 2017 issus de la base de données « Mes Parcelles » (Chambres d'agriculture) - 30€/dose avec une dose/ha (Terrena)	Les différences de charges opérationnelles se font seulement sur l'achat des semences de la plante compagne (pas de désherbage différencié sur nos essais entre protéagineux pur et associé).
- Rendement de l'association	15 €/t (Hellou et al., 2013)	Ce prix peut varier en fonction de la coopérative ou si le tri se fait à la ferme (pas pris en compte ici).

Ce calcul ne prend pas en compte l'impact potentiel sur le temps de travail (mélange des semences ou baisse des interventions de désherbage). Le blé est considéré comme un blé meunier.

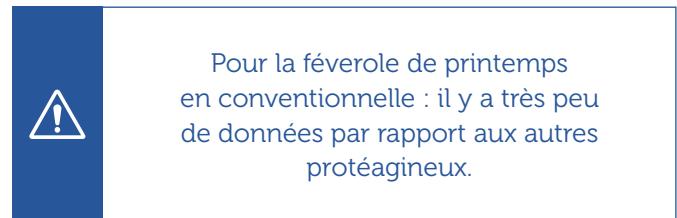
## UNE MSN TRÈS VARIABLE POUR TOUS LES PROTÉAGINEUX

## ÉCART DE MSN DE L'ASSOCIATION PAR RAPPORT AU PROTÉAGINEUX PUR, TOUTES MODALITÉS CONFONDUES



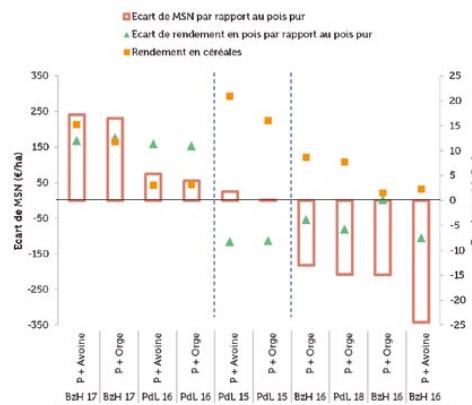
La barre en gras représente la médiane (50 % des données en dessous et 50 % au-dessus), les boîtes, la répartition des données et les traits en pointillés les résultats extrêmes.

Pour la majorité des protéagineux testés, le gain peut être aussi important que la perte sur la MSN, en fonction des années et des sites. La variabilité est très importante. On remarque toutefois qu'en conventionnel, le lupin de printemps a une MSN plus faible lorsqu'il est associé sur la quasi-totalité des essais. Ce qui est également le cas pour la féverole de printemps conventionnelle avec l'ensemble des essais présentant une MSN plus faible en association par rapport à la féverole pure.



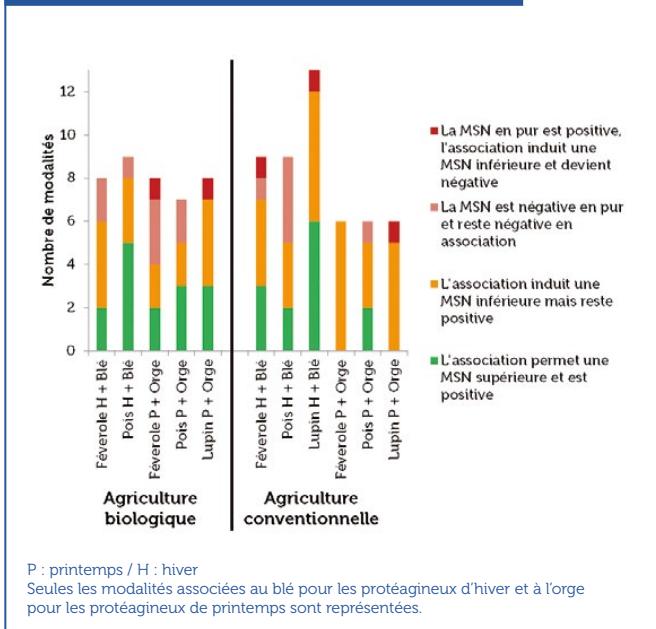
### TROIS CAS DE FIGURE POSSIBLES SUIVANT LES SITUATIONS

## DONNÉES DE MSN, DE RENDEMENT EN POIS ET EN CÉRÉALES POUR LE POIS DE PRINTEMPS EN AGRICULTURE BILOGIQUE ET RÉPARTITION EN 3 GROUPES



Le graphique suivant présente un exemple avec les données du pois de printemps en bio. Les modalités sont triées par gain décroissant de marge semi-nette par rapport au protéagineux pur (histogramme rouge). Si cet écart est positif, alors l'association permet une marge supérieure par rapport au protéagineux pur, si cet écart est négatif, alors cette marge est inférieure à celle de la modalité pure. Les triangles verts illustrent le gain de rendement en protéagineux par rapport à la modalité pure et les carrés orange, le rendement de la plante compagne associée (rendement absolu). Les résultats peuvent se regrouper en 3 cas différents (voir graphe). Cette répartition en 3 groupes se retrouve pour l'ensemble des protéagineux testés.

## RÉPARTITION DES MODALITÉS EN FONCTION DE L'IMPACT DE L'ASSOCIATION SUR LA MSN



Seules les associations de la féverole et du lupin de printemps en conventionnel ne permettent jamais d'augmentation de la MSN sur nos essais par rapport à la culture pure. Pour les autres protéagineux, il y a autant de cas en vert (augmentation) que de cas en orange (baisse). Au total, seulement 5 essais présentaient une baisse importante de la MSN en association (rouge foncé).

## MÉTHODE ET RÉSULTATS POUR LE COÛT DE PRODUCTION DE LA PROTÉINE

### MÉTHODE DE CALCUL

$$\text{Coût de la MAT (\$/t)} = \frac{\text{Charges de mécanisation}}{\text{pur = association}} + \frac{\text{Charges opérationnelles}}{\text{pur < association}} + \frac{\text{Coût de tri}}{\text{pur < association}} - \frac{\text{Produit protéagineux + céréales}}{\text{pur < ou > association}}$$

Le calcul du coût de la MAT (Matière azotée totale) reprend les paramètres du calcul de la MSN. Il permet de comparer les modalités dans les cas où tout ou une partie de l'association n'est pas vendue mais autoconsommée. Il ne permet pas de prendre en compte les éventuelles économies faites sur l'achat d'un aliment à l'extérieur.

3 scénarios ont été envisagés pour cet indicateur :

- Scénario 1**, seul le protéagineux est considéré comme une source de protéines. Il est séparé de la céréale et utilisé en autoconsommation. La céréale est également autoconsommée mais n'est pas prise en compte dans le calcul des protéines de la ration.
- Scénario 2**, le protéagineux et la céréale sont consommés en mélange et considérés tous les deux comme sources de protéines dans la ration (pas de données pour les essais 2016).
- Scénario 3**, seul le protéagineux est considéré comme une source de protéines et autoconsommé. La céréale est triée et vendue.

### DES RÉSULTATS QUI DÉPENDENT DU SCÉNARIO

Dans la grande majorité des cas, l'association augmente le coût de production de la protéine par rapport au protéagineux pur. Cela vient en grande partie des surcoûts supplémentaires (semences de céréales, tri, absence d'aide PAC) face à une augmentation trop faible du rendement en protéagineux et une teneur en MAT équivalente au pur. En revanche, si la céréale (supposée ici collectée par la coopérative) est considérée comme participant à la diminution du coût par sa vente (scénario 3), celui-ci peut diminuer. Cet effet est encore plus visible avec le triticale ou le seigle qui permettent des rendements plus importants que le blé (non représentés ici).

Pour finir, le graphe ci-contre présente l'évolution de la MSN de l'association par rapport au protéagineux pur et le nombre d'essais dans chaque catégorie.

Seuls les cas en rouge foncé ne présentent pas d'intérêt économique pour l'association par rapport à la culture pure. Dans les cas verts, l'association a été directement plus intéressante économiquement que la modalité pure sur l'année considérée. Dans les cas orange, l'association a induit une perte économique sur la marge semi-nette annuelle. Dans ces situations-là, il faut se poser la question du montant de la perte et si celui-ci est acceptable sur une année au regard des possibles bénéfices de l'association à l'échelle pluri-annuelle. Pour finir, les cas rouges claires ne sont pas favorables à l'association mais le contexte n'était pas non plus favorable aux protéagineux purs. L'association n'a pas permis de rattraper une année très défavorable ou un mauvais choix de parcelle par exemple.

## BÉNÉFICES NON CHIFFRÉS DE L'ASSOCIATION

En plus de ces calculs à l'échelle annuelle de la culture, l'association peut apporter d'autres intérêts économiques, qu'il ne nous est pas possible de chiffrer ici, mais qu'il ne faut pas négliger.

### UNE MEILLEURE GESTION DES ADVENTICES

Dans notre réseau, le protéagineux pur est conduit comme l'association. Il est possible que dans un contexte réel, la culture pure ait été désherbée une fois de plus que l'association dont la présence de la plante compagne permet de gérer en partie le salissement. Ce surcoût éventuel n'est pas pris en compte ici dans le calcul de la MSN du protéagineux pur. De plus, même si l'impact économique n'est pas direct sur la campagne considérée, il peut être positif sur plusieurs années, avec une meilleure gestion des adventices à long terme.

### UNE TENEUR EN PROTÉINE DES CÉRÉALES ASSOCIÉES QUI POURRAIT ÊTRE PLUS ÉLÉVÉE

On peut supposer que la teneur en protéines des céréales, notamment du blé, est augmentée par rapport à une céréale pure, comme cela a pu être montré dans d'autres essais. Cette augmentation peut conduire à une valorisation du blé supérieure à celle utilisée dans les calculs. La teneur moyenne des céréales est donnée pour chaque type de protéagineux dans les pages correspondantes. Elle est par exemple de 13,8% pour le blé associé en agriculture biologique (11 essais) et de 13,2% en agriculture conventionnelle (14 essais) et ce, sans apport de fertilisation pendant la culture. Il faut toutefois faire attention : dans le cas de certaines associations, comme avec le pois, le blé pourra être automatiquement déclassé par certaines coopératives.

### UNE SÉCURISATION DU RENDEMENT EN CAS D'ACCIDENT

Nous avons pu observer sur nos essais des cas où la présence d'une plante compagne a permis d'assurer un minimum de revenu économique soit parce qu'elle :

- permettait de diminuer la verse et donc d'augmenter le rendement en protéagineux (voir pages pois par exemple),
- ou apportait une production supplémentaire de céréale, lorsque le rendement en protéagineux était nul ou très faible.

L'association peut ainsi apporter une sécurité économique et une assurance, notamment en agriculture biologique (risque d'accident plus élevé), mais qui n'est pas forcément visible chaque année.

Par exemple, à la Chapelle-Glain (44) en bio en 2016 (année très défavorable aux protéagineux), le pois d'hiver a connu une attaque sévère de bactériose début juin, entraînant la disparition de la culture. A ce stade de l'année, il aurait été difficile de se rabattre sur le semis d'une autre culture. Or, dans les associations avec de l'avoine et de l'orge, les céréales récoltées ont permis une production respective de 34 et 12 q/ha, alors que le rendement en pois était de 0. Cette sécurisation a pu être observée également sur d'autres essais en bio :

- à Combrée (49) en 2017 suite à un salissement important (rendement en pois d'hiver pur et associé inférieur à 6 q/ha mais une production d'orge de 22 q/ha et d'avoine de 24 q/ha dans les modalités associées)
- à Thorigné (49) en 2015 (rendement en féverole de printemps de 3 q/ha mais un complément de 17q/ha d'avoine et 6q/ha d'orge dans les modalités associées)
- à Trévarez (29) en 2016 (rendement en féverole de printemps inférieur à 2 q/ha mais un complément de 15 q/ha d'avoine et 19 q/ha d'orge dans les modalités associées)

En agriculture conventionnelle, ces rendements nuls ou très faibles sont moins fréquents mais peuvent aussi arriver, comme à Cossé (53) en 2018, avec un rendement en pois d'hiver de 9 q/ha et une production complémentaire d'orge de 21q/ha.

## ÉVOLUTION DE L'AIDE PAC PROTÉAGINEUX

L'aide PAC protéagineux donne aujourd'hui un avantage à la culture pure de protéagineux et ne s'applique pas pour les associations telles que nous les avons testées (la part des semences de protéagineux doit être supérieure à 50% en nombre de graines au moment du semis). Ce bénéfice peut changer avec les évolutions de la PAC et notamment les conditions d'attribution de cette aide protéagineux (possible évolution vers une estimation de la biomasse ou du nombre de plantes), ou alors avec sa disparition.

## CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE

Cette analyse a été faite à partir de données issues des essais, qui, même si elles se rapprochent d'une conduite agriculteur, n'y sont pas équivalentes. Malgré ces quelques biais, les résultats montrent que la variabilité est importante, ce qui rejoint la variation des rendements observés d'un essai à l'autre.

Il y a une proportion égale de cas où la MSN augmente et de cas où elle diminue dans l'association comparée à la culture pure, pour la plupart des protéagineux testés.

Le coût de la protéine augmente globalement lorsque seul le protéagineux est considéré comme une source de revenu ou de protéine. La vente de la céréale permet de diminuer ce coût de façon plus sûre que d'intégrer celle-ci dans le calcul du rendement protéique de l'association.

Ces calculs sont fait à l'échelle de la culture mais l'association pourrait apporter d'autres bénéfices, dont les impacts économiques à l'échelle pluri-annuelle n'ont pu être pris en compte ici mais ne sont pas à oublier.

# ANNEXE

## LISTE DES NOTATIONS RÉALISÉES

STADE	NOTATIONS	DESCRIPTION
LEVÉE	DENSITÉ DE LEVÉE	Nombre de plantes sur 2 m sur 2 rangs
	VIGUEUR	
SORTIE HIVER	POUVOIR COUVRANT	Note de 1 = 0 % de couverture du sol à 9 = 100 % de couverture du sol. Notation relative.
	RELIQUATS AZOTÉS	Protéagineux d'hiver : Semaine 8, une analyse pour la modalité pur et une pour la modalité protéagineux + blé Protéagineux de printemps : une analyse pour l'essai au moment du semis Sur 3 horizons (0-30, 30-60, 60-90 cm)
	ANALYSE DE SOL	En même temps que reliquats azotées (horizon 0-30 cm)
	PERTES PAR GEL	Si dégâts de gel, nombre de plantes non gelée sur 2 m sur 2 rangs
AVANT FLORAISON	MALADIES	
FLORAISON	BIOMASSES	Prélèvement de 2 rangs sur 1 m, mesure de la biomasse sèche de chaque composante (protéagineux, plante compagne, adventices)
	POUVOIR COUVRANT	Note de 1 = 0 % de couverture du sol à 9 = 100 % de couverture du sol. Notation relative.
	HAUTEURS	Mesure de la hauteur de 5 à 10 plantes pour le protéagineux et la plante compagne
APRÈS FLORAISON	MALADIES	
À MATURITÉ	NOMBRE DE TIGES FERTILES	Sur 2 m sur 2 rangs, nombre de tiges portant au moins une gousse avec au moins 1 grain
	NOMBRE D'ÉTAGES DE GOUSSES	Sur 10 tiges fertiles, nombre d'étages de gousse (avec au moins 1 grain)
	NOMBRE DE GOUSSES	Sur 10 tiges fertiles, nombre total de gousses par tige
À LA RÉCOLTE	VERSE	Date de début de verse, pourcentage de surface versée (0 % = pas de verse à 100 % = entièrement versée) Mesure de la hauteur maximale de la culture dans la zone versée et la zone non versée
	ADVENTICES	Note de 1 à 9 (1= très sale, 7 = acceptable, 9 = propre)
	RENDEMENTS	Mesure du rendement total puis tri pour proportions et rendement par composante de l'association
APRÈS LA RÉCOLTE	PMG	Mesure du poids de mille grains pour le protéagineux et la plante compagne (seulement à partir de la récolte 2017)
	MAT	Mesure de la matière azotée totale pour le protéagineux et la plante compagne (seulement à partir de la récolte 2017)